

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
кафедра охорони ґрані та біотехнічних
систем у тваринництві

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ПБ)

“ ” _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему Дослідження процесу пастеризації молока на МТФ з
обґрунтуванням параметрів установки з гідродинамічним
нагрівачем

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., С.Н.С.

(науковий ступінь та вчене звання)

Братішко В.В.

(підпис)

(ПБ)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н.

(науковий ступінь та вчене звання)

Постапова С.Є.

(підпис)

(ПБ)

Виконав

Лоскучеревий Олександр Іванович

..... (підпис)

(ПБ студента)

КИЇВ – 2021

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Хмельовський В.С.
(підпис) (ПІБ)
" " 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської роботи студенту

Лоскучерову Олександрі Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність:

208 «Агрінженерія»
(код і назва)

Тема магістерської роботи: Дослідження процесу пастеризації молока на МТФ з
обґрунтуванням параметрів установки з гідродинамічним нагрівачем

затверджена наказом ректора НУБіП України від "01" лютого 2021р. №189 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Перелік питань, які потрібно розробити:

Перелік графічних документів (за потреби) _____

Дата видачі завдання " " 20 р.

Керівник магістерської роботи

Завдання прийняв до виконання

Потапова С.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Лоскучеровий О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: Дослідження процесу пастеризації молока на МТФ з обґрунтуванням параметрів установки з гідродинамічним нагрівачем.

Мета роботи – підвищення якості молока на молочно-товарній фермі шляхом оптимізації системи машин, і зокрема за рахунок використання удосконаленої установки для пастеризації молока.

Об'єкт дослідження – удосконалений процес та установка для пастеризації молока, оснащена ІУДН.

Предмет досліджень – встановити закономірності впливу параметрів пастеризаційної установки на ефективність процесу пастеризації.

В роботі приведена коротко характеристика господарства, виконано огляд науково-технічної літератури. Проведено аналіз існуючих технологій процесу виробництва молока в господарстві і запропоновано комплекти машин для реалізації даного процесу. Запропоновано удосконалену пастеризаційну установку та проведені дослідження процесу пастеризації молока.

Запропоновані заходи з покращення охорони праці та техніки безпеки при організації процесу виробництва молока на МТФ.

Ключові слова: комплект машин, первинна обробка молока, гідродинамічний нагрівач, пастеризатор.

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП	6
1. ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	8
1.1. Загальна характеристика господарства	8
1.2. Характеристика тваринництва	9
1.2.1. Існуюча технологія виробництва тваринницької продукції	10
1.2.2. План ферми і характеристика тваринницьких приміщень	12
1.2.3. Кормова база і добові раціони годівлі тварин	13
1.3. Обґрунтування теми роботи	14
2. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА	15
2.1. Технологія та обладнання для утримання корів на фермі	15
2.2. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу водопостачання	17
2.3. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу прибирання гною	20
2.4. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу приготування кормів	24
2.5. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу роздавання кормів	25
2.6. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу доїння	29
2.7. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу первинної обробки молока	32
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСТЕРИЗАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ З ГІДРОДИНАМІЧНИМ НАГРІВАЧЕМ	34

3.1 Аналіз існуючих технологій пастеризації молока	34
3.2 Огляд конструкцій пастеризаторів молока	37
3.3 Пастеризаційні установки на основі гідродинамічного нагрівача	45
3.4 Обґрунтування схеми пастеризаційної установки	48
3.5 Дослідження пастеризаційної установки	53

НУБІП України

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ	60
4.1 Розрахунок капіталовкладень	60
4.2 Розрахунок експлуатаційних затрат	60
4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань	61
4.4. Розрахунок експлуатаційних затрат	62

НУБІП України

5. ОХОРОНА ПРАЦІ	64
5.1. Загальні положення	64
5.2. Стан охорони праці в господарстві	65
5.3 Розрахунок природного освітлення корівника	67
5.4 Розрахунок штучного освітлення корівника	69
5.5 Розрахунок повітрообміну в корівнику	70

НУБІП України

ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	74

ВСТУП

Молоко – цінний продукт тваринного походження, містить

легкозасвоювані жири, білки, вуглеводи, мінерали та вітаміни, що робить його особливо цінним у харчуванні людини і є основою багатьох продуктів харчування на українському та світовому ринках. Його ціна поки висока, а організувати виробництво на будь-якій формі ферми дуже вигідно. Тому

розробка та наукова демонстрація інноваційних технологічних рішень недорогих, ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій виробництва молока пов'язані з умовами господарств, особистого обладнання та пунктів прийому молока. Оскільки молоко є швидкопсувним продуктом, його необхідно переробляти з моменту його отримання для підвищення гігієнічної та санітарної якості, стабільності зберігання, характеристик і стабільності якості.

На невеликих фермах або пунктах збору молока молоко необхідно попередньо обробити, перш ніж його можна буде відправити на молокозаводи. Проте вони змушені збирати молоко з різних молочних ферм, а потім відправляти його на молокопереробні підприємства або продавати. За цих умов у молоці можуть швидко розмножуватися різні мікроорганізми, включаючи патогени. З метою їх знищення та підвищення стійкості під час зберігання чи транспортування ефективність пастеризації молока залежить від параметрів нагрівання та часу витримки при цій температурі.

У нас і за кордоном пастеризація молока в основному здійснюється через пристрої непрямого нагріву, а теплоносієм є пара, гаряча вода або опалювальний газ. Їх ефективність низька, а втраги тепла в навколишнє середовище великі. Високі також витрати на прийом і транспортування теплоносія (будівництво котельні, монтаж паропроводів, установка контрольно-вимірювального обладнання).

Виробництво промислового пастеризаційного обладнання для прямого нагріву, в тому числі гідродинамічних нагрівачів (ГРН), призначених для

пастеризації невеликих обсягів молока, має багато очевидних недоліків. Серед них недосконала технологія підігрівача, нерівномірний вплив ротора та статора на молоко, збільшена сила різання на молочному шарі, велика кількість тепла при цьому втрачається в навколишнє середовище.

Залишаються досить високими і капітальні вкладення в технологічну лінію пастеризації молока, так як поряд з самої пастеризаційною установкою виникає необхідність витрат на систему підведення і відведення води до неї та використання холодильної установки для доохолодження пастеризованого молока до температури зберігання.

Таким чином, наукові дослідження спрямовані на обґрунтування процесу роботи і параметрів установки для пастеризації молока гідродинамічним впливом в умовах сільськогосподарських підприємств є актуальними.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1 ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1 Загальна характеристика господарства

ТОВ «Корсунь» розташоване в центральній частині Черкаської області. Природно-кліматичні умови сприятливі для вирощування всіх районованих сільськогосподарських культур. Клімат характеризується як помірно-теплий, середньорічна кількість опадів складає 552 мм, а температура +7°C. Середня глибина промерзання ґрунтів – до 65 см [36].

Типи ґрунтів: дерновоопідзолені – з низьким вмістом гумусу (1%), гідролітична кислотність 2,5. Вміст фосфору і калію на 100 г ґрунту не перевищує 100 мг; темно-сірі та сірі опідзолені ґрунти теж бідні по фізико-хімічному складу. При внесенні калійних добрив ці ґрунти дають високі врожаї сіна та багаторічних трав [36].

В період стабільного економічного стану господарство мало високий рівень виробництва. Урожайність зернових складала 25-30 ц/га, кукурудзи на силос – 300-350 ц/га, коренеплодів – 500-600 ц/га. Удій на корову складав більше 4000 кг, середньодобовий приріст ВРХ – 550-600 г. Рівень рентабельності в ці роки становив 30-40% [36].

В зв'язку з складними економічно-фінансовими умовами господарство опинилось в критичному становищі. Відсутність коштів на придбання мінеральних добрив, засобів захисту рослин, паливо-мастильних матеріалів та сільськогосподарської техніки призвела до зниження врожайності сільськогосподарських культур та продуктивності тварин.

ТОВ «Агропромислова компанія «Корсунь» спеціалізується на виробництві молока, м'яса та овочів.

1.2. Характеристика тваринництва

1.2.1 Існуюча технологія виробництва тваринницької продукції

Основний напрямок тваринництва – молочне скотарство. Всього на фермі налічується 200 голів, з яких 160 дійних корів, 32 сухостійні корови і 8 нетелів. Середньорічний удій на корову становить 4500 кг [36].

Таблиця 1.1.

Структура поголів'я

Вид тварин	Кількість голів
Корови дійні	160
Корови сухостійні	32
Нетелі	8
ВСЬОГО	200

В зимовий період дійні корови утримуються на прив'язі, влітку на вигульному майданчику. Для фіксації тварин застосовують індивідуальну прив'язь ОСК-25А. Для підстилки в господарстві застосовують тирсу. Підстилковий матеріал розкидають лопатами вручну.

Для напування корів використовують чашкові напувалки ПА-1А.

Прибирання гною в корівнику та видалення його за межі приміщення здійснюється трактором Т-25 за допомогою пристрою ВЛ-1.

Приготування і роздавання кормів здійснюється за допомогою роздавача КТУ-10. Зернові корми подрібнюються дробаркою КД-2.

Доїння здійснюється двічі на добу. Для цього використовують доїльну установку УДБ-100 «Брацлавчанка». Доїння здійснюється в доїльні відра. Для цього використовуються двотактні доїльні апарати фірми «Брацлав», які підключаються до вакуум-проводу доїльної установки. З доїльних відер молоко зливається у пластмасові бідони, в яких транспортується вручну на візку у молочне відділення. З бідонів молоко переливають в резервуар танка-

охолодника ТО-2, звідки молочним насосом воно перекачується у танк-охолодник фірми Mueller для охолодження та тимчасового зберігання до відправки на молокопереробний завод.

Прив'язне утримання, а особливо коли доїння корів проводиться в стійлах, пов'язане з більшими витратами праці по догляду за ними. Тому не можна розглядати цей спосіб як прогресивний при промисловому виробництві молока. При стійловому утриманні корів за кожною дояркою закріплена певна група корів. В кожній групі, крім дійних корів, є тільні і сухостійні.

Закріплення за дояркою постійної групи корів виправдовується і дає певний ефект.

1.2.2) План ферми і характеристика тваринницьких приміщень

Територія ферми розділена на окремі зони. На території ферми розміщуються виробничі (корівники, молочно-доїльний блок) та допоміжні (кормосховища, гараж, майданчик для зберігання техніки, автоваги) приміщення і будівлі. Основні виробничі приміщення розміщені паралельно. Витримані веї необхідні зооветеринарні й протипожежні розриви.

Тваринницький об'єкт має системи водо-, тепло- і енергопостачання та каналізації, внутрішні дороги та проїзди з твердим покриттям, огорожу. По периметру ферми, ветеринарних зон, вздовж доріг та між окремими будівлями, що потребують ізоляції від загальної території висаджені зелені насадження (деревя та кущі). Вони стабілізують і поліпшують мікроклімат та створюють вітро-сніговий заслін.

До складу ферми входять наступні об'єкти: телятник, два корівники на 100 голів, корівник-відгодівельник, зерносховище, гараж, сіносховище, сидосні траншеї, молочна, вигульні майданчики, навіс для с.г. техніки, зерносклад, водонапірна башта, вагова, контрольно-пропускний пункт, гноєсховище, майданчик для техніки, ветеринарно-санітарний пункт.

На тваринницькому підприємстві забезпечена потоковість виробничого процесу з мінімальними переміщеннями матеріальних потоків (кормів, гною і т.ін.) та переміщенням поголів'я тварин..

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 1.1. Генеральний план ферми: 1 - телятник, 2 - корівник, 3 - корівник-відгодівельник, 4-зерносховище, 5-гараж, 6-сіносховище, 7- силосні траншеї, 8 - молочна, 9 - приміщення для доїльного залу, 10 - майданчик, 11 - гуртожиток, 12 - випульні майданчики, 13 - навіс для с.г. техніки, 14 - кормоцех, 15 - водонапірна башта, 16 - вагова, 17 - контрольно-пропускний пункт 18 - гноєсховище, 19 - майданчик для техніки, 20 - ветеринарно-санітарний пункт.

На в'їзді на територію тваринницької ферми влаштований дезбар'єр.

Корівники розраховані на 100 голів. Спосіб утримання - прив'язний. Стійла розміщені паралельними рядами, по 50 тварин в ряду. Кожне скотомісце обладнане прив'яззю, годівницею та напувалкою. Доїння проводять доїльною установкою, гній прибирають мобільним засобом. Кормові проходи мають ширину, достатню для використання мобільних кормороздавачів.

1.2.3 Кормова база і добові раціони годівлі тварин

В структурі витрат по виробництву продукції тваринництва значну питому вагу займають корми. Питома частка кормів у собівартості тваринницької продукції коливається від 50 до 70%.

Раціони годівлі для різних статево-вікових груп ВРХ та добові норми кормів приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.
Раціони годівлі тварин

Поголів'я тварин	Види кормів					Всього
	комбікорм, кг	сіно, кг	силос, кг	сінаж, кг	солома, кг	
Корови дійні	6	5	25	15	100	52
Корови сухостійні	5	5	20	15	1	46
Нетелі	3,5	3	20	10	1	37,5

Основа раціону для великої рогатої худоби становлять стеблові корми – грубі та соковиті, а саме: сіно, солома, силос та сінаж. Енергетична цінність раціону забезпечується за рахунок комбікормів.

В літній період тварин годують зеленою масою, яку підвозять з полів, засіяних кормовими культурами. Крім того корів випасають на прилеглих до ферми пасовищах.

1.2.4 Стан механізації виробничих процесів в тваринництві

На тваринницькій фермі господарства механізовані наступні технологічні процеси:

- водопостачання та напування тварин;
- видалення гною з приміщень;
- доїння корів;
- первинна обробка та тимчасове зберігання молока;
- роздавання кормів;
- подрібнення концентрованих кормів.

Для здійснення цих процесів використовують відповідне обладнання і машини, приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Наявні засоби механізації виробничих процесів

Процес	Існуючі засоби механізації
Роздавання кормів	КТУ-10
Напування	Напувалки з поплавковим регулятором рівня води
Прибирання та видалення гною	Т-25+ВЛ-1
Доїння корів	Доїльна установка УДБ-100 «Брацлавчанка»
Первинна обробка молока	Танк-охолодник Mueller
Подрібнення концентрованих кормів	КД-2

Ефективність механізації виробничих процесів на молочно-товарній фермі господарства середня. Є ряд недоліків, а саме:

- навантажувально-розвантажувальні роботи в більшості випадків здійснюються вручну;

- доїння корів здійснюється в переносні відра, молоко транспортують у молочне відділення в пластикових бідонах ручним візком;

- для підготовки концентрованих кормів до згодовування використовується лише молоткова дробарка, а бажано було б мати власний комбікормовий агрегат.

1.3 Обґрунтування теми роботи

На основі аналізу господарської діяльності ферми товариства з обмеженою відповідальністю «АПК «Корсунь» видно, що господарство має розвинене тваринництво, а його основним продуктом є виробництво молока. Одним із напрямків підвищення якості продукції молочно-товарної ферми є раціональна організація процесу первинної обробки молока.

У зв'язку з цим у магістерській роботі необхідно провести дослідження процесу пастеризації молока та обґрунтувати параметри установки з гідродинамічним нагрівачем. Запровадження на фермі ТОВ «АПК «Корсунь» процесу пастеризації дозволить підвищити якість молока та подовжити тривалість його зберігання.

2. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

2.1. Технологія та обладнання для утримання корів на фермі

Залежно від виробничого напрямку, конкретних умов і можливостей господарства застосовують різні варіанти утримання худоби: прив'язне, безприв'язне і потокове, а також в клітках і станках (для телят).

Прив'язний спосіб утримання характерний тим, що худоба знаходиться на прив'язі у стійлах приміщення, де підтримується відповідний мікроклімат.

Для здійснення моціону тварин випускають на вигульно-годівельні майданчики. Їх обладнують вздовж тваринницьких приміщень (переважно з південного боку) або ж окремо від них. В останньому випадку вигульні майданчики сполучають з тваринницькими приміщеннями, огороженими проходами.

Прив'язне утримання відзначається простотою організації робіт і поряд з цим забезпечує хороші умови для догляду за тваринами, краще враховує їх індивідуальні особливості, сприяє раціональному використанню кормів та підвищенню продуктивності тварин. Недоліком такого способу є високі питомі витрати праці, які в значній мірі обумовлюються саме індивідуальним обслуговуванням тварин.

Прив'язне утримання поширене на фермах великої рогатої худоби усіх виробничих напрямків і є переважачим на молочно-товарних [40].

Стіяла бувають двох типів: короткі і довгі. Стіяла у приміщенні розміщують повздовжніми паралельними рядами і оснащують годівницею, напувалкою та канавкою для збирання гною. Від довжини стійл залежить характер розподілу екскрементів і вибір доцільних технологій та засобів прибирання гною. Довгі стійла розраховані на утримання крупних тварин або при використанні прив'язі, що дозволяє їм відступати в стійлі назад.

При використанні пересувних кормороздавачів ширина кормового проходу повинна бути не менша 2,0 м. Вона може бути зменшена до 1,2-1,4 м в тому разі, якщо роздавання кормів здійснюється за допомогою стаціонарних

засобів (скребкові чи стрічкові конвеєри). Для забезпечення тварин водою на кожні два стійла встановлюють автонапувалки біля годівниці.

Ширина гніздових проходів, якими тварини звичайно заходять в приміщення та виходять з нього, повинна бути не менше 1,4 м.

Важливе значення має обладнання прив'язі, яка повинна обмежувати попереміщення тварин, але не заважати їх відпочинку, а також споживанню корму та води. Прив'язі бувають індивідуальні і групові; жорсткі і напівгнучкі; ручні, напівавтоматизовані та автоматизовані.

Стойове обладнання ОС-25 (рис. 2.1) призначене для групового та індивідуального прив'язування і відв'язування корів. Дозволяє при відв'язуванні залишати окремих корів на прив'язі, а також відв'язувати окремих корів без розфіксації всієї групи.

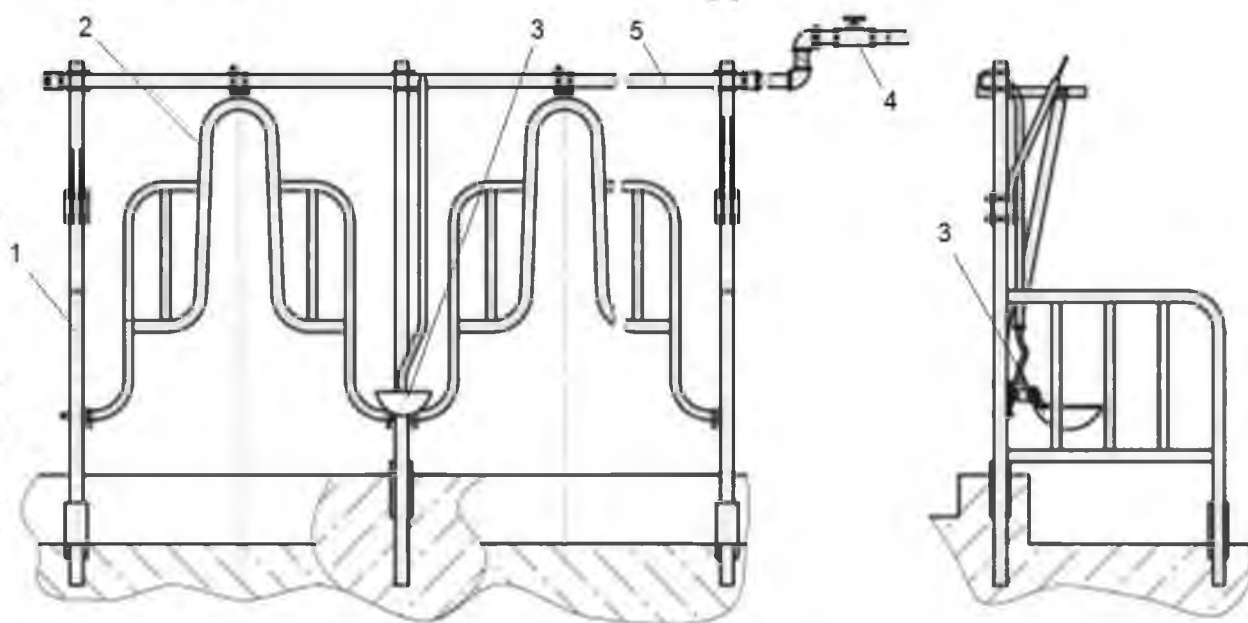


Рис. 2.1. Загальний вигляд стойлового обладнання ОС-25:

1 – стійка; 2 – огороження; 3 – автонапувалка; 4 – кульковий кран.

Обладнання складається з трубчастої рами з водопроводом для напування тварин, кронштейнів для кріплення вакуум- і молокопроводів і механізмів для групового та індивідуального прив'язування і відв'язування корів.

До вертикальних трубчастих стояків за допомогою кронштейнів прикріплюють автонапувалки.

Ланцюгова двокінцева прив'язь складається з вертикального довгого ланцюга, який знизу кріпиться до підлоги стійла, а зверху фіксується на брусі стійлової рами, а також короткого ланцюга-ошийника, який охоплюючи шию тварини одягається на вертикальний ланцюг і може ковзати по ньому, не перешкоджаючи вільним рухам голови. Тварин прив'язують вручну індивідуально, а відв'язують або групу корів (поворотом важеля бруса) або кожну окремо.

2.2. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу водопостачання

Правильно організоване водопостачання має велике значення для ефективної роботи ферми, покращує умови утримання тварин, підвищує продуктивність праці обслуговуючого персоналу, покращує якість продукції та знижує її собівартість.

Система водопостачання – це комплекс взаємопов'язаних машин, обладнання та інженерних споруд, призначених для забору води, підйому, очищення, зберігання та подачі її до споживачів.

На основі середньодобових норм споживання і кількості споживачів на фермі визначають добову потребу води [33]:

$$Q_{\text{доб}} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot m_i \quad (2.1)$$

де g_i - середньодобова норма витрат води одним споживачем i -ї групи (для дійних корів приймаємо $g_i = 90$ л на 1 голову); m_i - кількість споживачів i -ї групи ; n - кількість груп споживачів з однаковими нормами водоспоживання.

$$Q_{\text{доб}} = 90 \cdot 200 = 18000 \text{ л}$$

У зв'язку з тим, що вода на протязі доби витрачається нерівномірно, визначають її максимальну добову витрату:

$$Q_{доб.мах} = Q_{доб} \cdot \alpha_d, \quad (2.2)$$

де α_d - коефіцієнт добової нерівномірності витрати води, приймаємо α_d

$= 1,3$;

$$Q_{доб.мах} = 18000 \cdot 1,3 = 23400 \text{ л.}$$

Максимальна годинна витрата води:

$$Q_{год.мах} = \frac{Q_{доб.мах} \cdot \alpha_g}{24}, \quad (2.3)$$

де α_g - коефіцієнт годинної нерівномірності витрати води, $\alpha_g = 2 \dots 2,5$

$$Q_{год.мах} = \frac{23400 \cdot 2,2}{24} = 2145 \text{ л.}$$

Секундна витрата води:

$$q_c = \frac{Q_{год.мах}}{3600}, \quad (2.4)$$

$$q_c = \frac{2145}{3600} = 0,6 \text{ л.}$$

Діаметр труб водопроводу біля водонапірної башти вибирають таким, щоб швидкість води в них не перевищувала 0,4 – 1,25 м/с.

$$d = 2 \sqrt{\frac{q_c}{\pi v}}, \quad (2.5)$$

де v - швидкість води в трубах

$$d = 2 \sqrt{\frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,6}} = 0,039 \text{ м} \approx 40 \text{ мм.}$$

На тваринницьких фермах необхідний напір становить 40...50 кПа і забезпечується водонапірними баштами. Необхідну місткість резервуара водонапірною башти визначаємо за формулою:

$$V_{рез} = (0,15...0,2) \cdot Q_{доб. max}; \quad (2.6)$$

$$V_{рез} = 0,2 \cdot 23400 \text{ л} = 4680 = 4,7 \text{ м}^3.$$

Приймаємо збірно-блокову башту БР-15У з місткістю резервуара 15 м³.

Забезпечення ферми водою буде здійснюватись з свердловини, оскільки таке джерело води найменш піддається забрудненню у порівнянні з іншими джерелами водопостачання, має мінімальне коливання рівня та забезпечує високу якість води.

Необхідну продуктивність водонідіймального обладнання визначають за максимальними витратами води на фермі:

$$Q_n = \frac{Q_{доб. max}}{T_n}, \quad (2.7)$$

де T_n - тривалість роботи насоса протягом доби. Рекомендується приймати не більше 14-16 год.

$$Q_n = \frac{23,4}{6} = 3,9 \approx 4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Вибираємо заглибний відцентровий насос ЕЦВ 5-4-75 (подача 4 м³/год, напір 75 м, потужність електродвигуна 2,2 кВт, маса насоса 42 кг.)

Для напування тварин вибираємо чашкову важільну напувалку виробництва фірми «Брацлав». Одна напувалка розрахована на 2 корови.



Рис. 2.2. Напувалка важільна

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика напувалки

Назва параметру	Значення
Тип	Стационарна, індивідуальна
Кількість корів, що обслуговуються однією напувалкою, гол.	2
Надлишковий робочий тиск на ввід в напувалку, кПа	39 - 196
Пропускна здатність при робочому тиску, л/хв	18
Клапанний механізм забезпечує герметичність напувалки в зібранному стані при надлишковому тиску води в водопроводі, кПа (кг/см ²)	294 (3)
Ємність, л.	2,5
Маса, кг, не більше	7,5
Строк служби, років, не менше	10

Необхідну кількість напувалок розраховують за формулою [33]:

$$n = \frac{m}{m_1} \quad (2.8)$$

де m - кількість тварин даної групи, голів; m_1 - кількість голів, що обслуговується однією напувалкою.

$$n = \frac{200}{2} = 100 \text{ напувалок.}$$

2.3. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу прибирання гною

В залежності від способу утримання тварин на фермі отримують підстилочний, напіврідкий, рідкий гній. У відповідності з цим застосовують різні способи та засоби механізації його прибирання.

У випадку прив'язного утримання корів із застосуванням підстилки добовий вихід гною на фермі складає [33]:

$$W_d = m(g_r + g_p + g_n), \quad (2.9)$$

Де m – кількість тварин у приміщенні, g_r – добовий вихід гною від однієї тварини, кг; g_p – добовий вихід рідини від однієї тварини, кг; g_n – добова норма підстилки на одну тварину, кг.

$$W_d = 200(35+20+4)=11800 \text{ кг}$$

Кількість гною, яку необхідно видалити за один цикл роботи транспортера:

$$W_u = \frac{W_d}{\beta}, \quad (2.10)$$

де β – кратність прибирання гною ($\beta=p$).

$$W_u = \frac{11800}{2} = 5900 \text{ кг} = 5,9 \text{ т}$$

Кількість транспортерів в одному приміщенні визначається типовим проектом. У даному випадку використовують скребковий конвеєр КСГ-7. Його продуктивність 4,5 т за годину, обслуговує 100 голів.

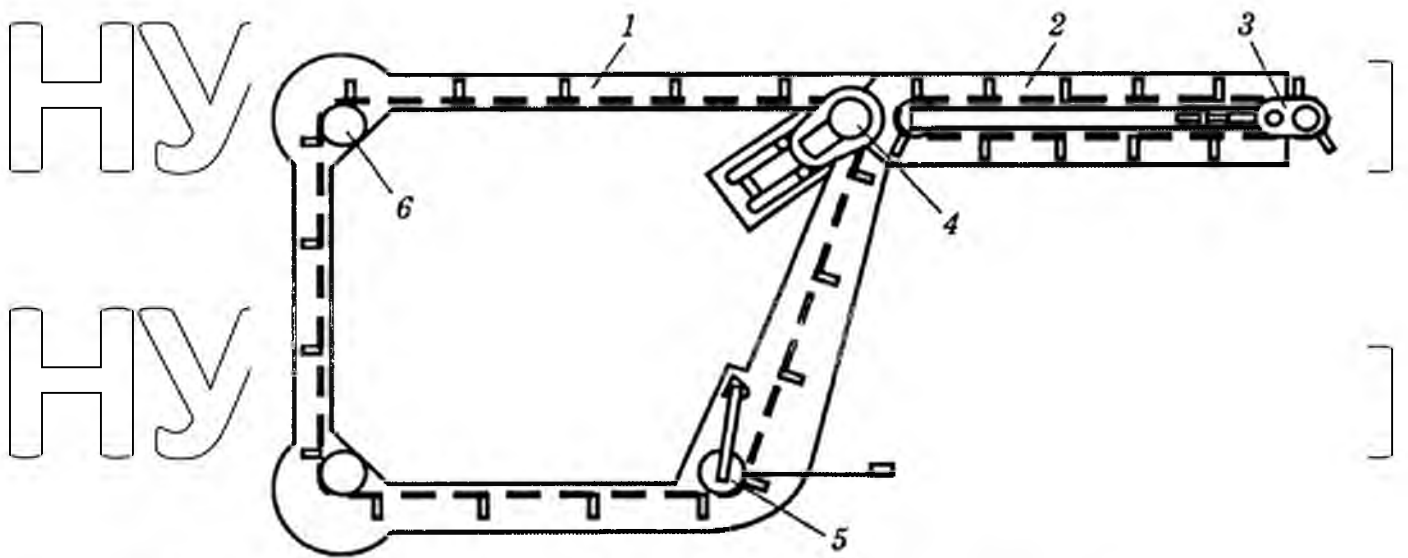


Рис. 2.3. Схема скребкового/гноезбирального конвеєра КСГ-7:

1 і 2 – відповідно горизонтальний і похилый конвеєри; 3 – привід похилого транспортеру; 4 – привідна станція горизонтального конвеєра; 5 – натяжний пристрій; 6 – поворотні зірочки.

Рис. 2.4. Ланцюг зі скребком

Загальна кількість транспортерів на фермі визначається з виразу:

$$n = n_1 L, \quad (2.11)$$

де n – кількість конвеєрів у одному приміщенні, L – кількість тваринницьких приміщень на фермі.

$$n = 1 \cdot 2 = 2 \text{ конвеєри.}$$

Таблица 2.2.

Технічна характеристика конвеєра скребкового КСГ-7

Назва показника	Значення
Обслуговує тварин, голів	100-110

Подана гною, т/год	4,5
Довжина конвеєра, м: горизонтального	160
похилого (по контуру)	15
Швидкість руху ланцюга конвеєра, м/с:	
горизонтального	0,18
похилого	0,72
Крок ланцюга, м	0,08
Крок розміщення скребків, м, конвеєра:	
горизонтального	1,12
похилого	0,64
Повнота прибирання гною, %	90
Розривне зусилля, т	30-32
Встановлена потужність, кВт	5,5
Маса загальна, кг	780

2.4. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу приготування кормів

Продукцію тваринництва одержують переважно за рахунок використання кормових ресурсів рослинного походження (власного виробництва чи на основі кооперування з кормовиробничими підприємствами).

Для цього колективні, державні і фермерські господарства вирощують зернофуражні культури, коренебульбоплоди, а також одно- і багаторічні трави на зелену масу, силос, сінаж та сіно.

На основі існуючого поголів'я тварин і прийнятих добових раціонів кормів приводимо розрахунок потреби їх для корів на протязі доби.

Добова потреба в кормах кожного виду визначається за формулою [33]:

$$G_1 = m_1 \times a_1 + m_2 \times a_2 + \dots + m_n \times a_n, \text{ кг} \quad (2.12)$$

де m_1, m_2, \dots, m_n - кількість тварин кожного виду та вікової групи;

a_1, a_2, \dots, a_n - добова норма корму на одну голову відповідної групи, кг.

За цією формулою визначаємо кількість кормів кожного виду.

Результати підрахунків приведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3.

Добова потреба в кормах

Поголів я тварин	голів	Корми, кг					Всього
		комбікорми	сіно	сідос	сінаж	солома	
Корови дійні	160	960	800	4000	2400	160	8320
Корови сухостійні	32	160	160	640	480	32	1472
Нетелі	8	28	24	160	80	8	300
ВСЬОГО	200	1148	984	4800	2960	200	10092

Загальна потреба в кормах визначається за формулою:

$$G_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n G_i \quad (2.13)$$

де G_i – добова норма i -го виду корму, $i = 1 \dots n$.

$$G_{\text{сум}} = 1148 \text{ кг} + 984 \text{ кг} + 4800 \text{ кг} + 2960 \text{ кг} + 200 \text{ кг} + 19,84 \text{ кг} = 10111,84 \text{ кг}.$$

Залежно від кратності роздавання кормів K (за розпорядком дня ферми) чи максимальної частини β разової видані того або іншого корму розраховують разову потребу підготовки кормів [33]:

$$G_{\text{рази}} = G_{\text{добі}} / K, \quad (2.14)$$

$$G_{\text{рази}} = \beta G_{\text{добі}} \quad (2.14a)$$

Приймаємо дворазову годівлю $K=2$.

Разові норми кормових компонентів приведені в табл. 2.4.

Разові норми виданн						
Поголів'я тварин	Види кормів					Всього
	комбі-корми, кг	сіно, кг	силос, кг	сінаж, кг	солома, кг	
Корови дійні	480	400	2000	1200	80	4160
Корови сухостійні	80	80	520	240	16	736
Нетелі	14	12	80	40	4	150
ВСЬОГО	574	492	2400	1480	100	5046

На основі аналізу існуючої технології та огляду наукових рекомендацій було запропоновано наступну технологічну лінію приготування кормів.

Змішування компонентів сумішки з одночасним подрібненням стеблових кормів здійснюється мобільним комбінованим засобом КСП-6.

Стеблові корми подаються у змішувач фронтальним навантажувачем ПКУ-0,8.

Для приготування комбікорму пропонуємо використовувати агрегат КомбіМікс.



Рис. 2.5 Загальний вигляд фронтального навантажувача ПКУ-0,8

2.5. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу роздавання кормів

Мобільні кормороздавачі забезпечують транспортування і роздавання кормів. Технологічна схема спрощується до такого вигляду: завантаження кормів у кормороздавач – транспортування до місця згодовування – транспортування кормів у приміщенні й роздавання в годівниці.

Для забезпечення виконання операцій змішування і роздавання кормів на фермі пропонуємо використовувати комбінований агрегат КСП-6 фірми «Брашлав»



Рис. 2.5. Загальний вигляд комбінованого агрегату КСП-6

Вантажопід'ємність роздавача обчислюється за формулою [33]:

$$B = V_p \gamma k_f, \quad (2.15)$$

Де V_p – об'єм бункера роздавача, m^3 ; γ – щільність корму, kg/m^3 ; k_f – коефіцієнт заповнення бункера, $k_f = 0,8 \dots 1$.

$$B = 6 \cdot 670 \cdot 0,9 = 3618 \text{ кг.}$$

Загальна кількість циклів (рейсів) розраховуємо таким чином:

$$i_3 = \frac{G_{pqs}}{B}$$

Тоді,
$$i_3 = \frac{5046}{3618} = 1,4 \text{ цикла.}$$

Таблиця 2.6

Технічна характеристика роздавача-змішувача КСП-6

Назва показника	Значення
-----------------	----------

Об'єм бункера, м ³	600
Довжина, мм	3950
Висота, мм	2350
Висота вивантажного отвору, мм	780
Колія, мм	1550
Ширина, мм	2200
Кількість ножів, шт	5
Число обертів ВОМ, об/хв	540
Частота обертання шнека, об/хв	25
Агрегується з трактором тягового класу, кН	1,400
Обслуговуючий персонал, чел	1

Тривалість одного циклу роздавання визначається як сума затрат часу на окремі операції:

$$t_{\text{ц}} = (t_x + t_3 + t_z + t_p) k_0,$$

де k_0 – коефіцієнт, що враховує затрати часу на вимушені зупинки, розвороти тощо, $k_0 = 1,1-1,2$.

Час транспортування порожнього кормороздавача t_x , до місця його завантаження визначають так:

$$t_x = \frac{L}{v_x},$$

де L – середня відстань від тваринницького приміщення до місця завантаження кормів, км; v_x – швидкість транспортування порожнього кормороздавача, км/год.

$$t_x = \frac{0,2}{5} = 0,04 \text{ год.}$$

Час завантаження кормороздавача t_3 , розраховують за формулою:

$$t_3 = \frac{B}{Q_3},$$

де Q_3 – продуктивність завантажувача, кг/год.

$t_3 = \frac{3618}{15000} = 0,24 \text{ год.}$
Час транспортування завантаженого кормороздавача t_3 до місця роздавання кормів визначають так:

$t_m = \frac{L}{v_m}$,
де v_m – швидкість транспортування завантаженого кормороздавача, км/год.

$t_m = \frac{0,2}{41} = 0,05 \text{ год}$
Тривалість роздавання кормів t_p дорівнює:

$t_p = \frac{B}{Q_p}$,
де Q_p – продуктивність кормороздавача при роздаванні кормів у годівниці, кг/год.
Необхідна продуктивність кормороздавача становить:

$Q_p = g \cdot v_p$,
де v_p – швидкість агрегату під час роздавання кормів у годівниці, м/год.

Погонну норму видачі корму g кг/м, визначають за формулою:

$g = \frac{g_b \cdot K}{b}$,
де g_b – разова норма видачі на одну голову (встановлюється залежно, добового кормового раціону і кратності годівлі), кг; K - змінність годівлі з одного головомісця; b – ширина фронту годівлі однієї тварини (0,8-1,1 м для корів).

$g = \frac{52 \cdot 1}{1} = 52 \text{ кг/м.}$

Тоді необхідна продуктивність кормороздавача становитиме:
 $Q_p = 52 \cdot 1800 = 93600 \text{ кг/год.}$
Отже, тривалість роздавання кормів t_p дорівнює:

НУБІП України

$$t_p = \frac{3618}{93600} = 0,039 \text{ год.}$$

Тоді, тривалість одного циклу роздавання становитиме:

$$t_{\text{ц}} = (0,04 + 0,24 + 0,05 + 0,039) \cdot 1,1 = 0,41 \text{ год.}$$

Тепер ми можемо розрахувати кількість циклів $i_{\text{ц}}$, що може виконати

НУБІП України

один комороздавач за час роздавання:

$$i_{\text{ц}} = \frac{T_p}{t_{\text{ц}}}$$

де T_p – допустимий час роздавання кормів, год. Відповідно до

зоотехнічних вимог час, що відводиться на роздавання кормів, не повинен перевищувати 1,5-2 год.

НУБІП України

$$i_{\text{ц}} = \frac{1}{0,41} = 2,43 \text{ циклів.}$$

Потрібна кількість комороздавачів становить:

НУБІП України

$$n_p = \frac{i_{\text{ц}}}{i_z}$$

тоді

$$n_p = \frac{1,4}{2,43} = 0,57$$

Отже, приймемо 1 роздавач.

НУБІП України

2.6. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу доїння

При розробці технологічних схем потокових ліній доїння необхідно враховувати виробничі умови конкретного господарства та технологічні особливості процесу, передбачити максимальну механізацію й автоматизацію запланованих процесів та операцій, дотримання умов для одержання високоякісної продукції, скорочення виробничих втрат.

Для доїння корів на фермі вибираємо установку для доїння в бідон УДБ-100 фірми «Брацлав». Доїльна установка призначена для машинного доїння

НУБІП України

корів у переносні доїльні відра при прив'язному утриманні корів. Виконання - РЛКВ.272141.005- з пристроєм промивки.

Технологічні операції виконують у такій послідовності. Спочатку доставляють доїльні апарати і під'єднують їх до вакуумних кранів.



Рис. 2.6. Принципова схема доїльної установки

Потім у першої корови здоюють перип дійки молока і пересвідчившись в тому, що в них відсутні сліди гною чи крові, протягом 45-50 с готують вим'я її до доїння (обмивають, витирають, роблять масаж). Після припуску молока

встановлюють доїльні стакани на дійки і переконуються в надійному утриманні

їх на дійках. Наприкінці доїння виконують машинне додоювання (не більше 30 с).

Таблиця 2.7

Технічна характеристика доїльної установки УДБ-100.

Назва показника	Значення
1. Величина обслуговуваного стада (номінальна), корів	100
2. Пропускна здатність за 1 год основного часу, не менше, короводоїнь / год	60
3. Число доярів, гол	4
4. Число доїльних апаратів, шт.	8
5. Встановлена потужність, кВт, не більше	1

6. Вакуумметричний тиск при непрацюючих доїльних апаратах, номінальний, кПа	47±1
7. Маса, кг, не більше	750
8. Термін служби до списання, років, не менше	8

Для цього однією рукою відтягують підвісну частину доїльного апарата від колектора вниз і вперед, іншою рукою виконують легкий масаж вим'я. Потім перекривають вакуум (закривши клапан колектора), відтискують пальцем присосок одного з доїльних стаканів, впускають у нього повітря і плавно знімають стакани з дійок. Такий цикл повторюють із кожною коровою.

Визначимо необхідну кількість доїльних установок для ферми [33]:

$$K = \frac{M(100-c)}{100T_d Q_y}$$

де M – загальна кількість корів на фермі, гол; T_d – допустимий час доїння всього стада, год; Q_y – продуктивність доїльної установки, гол/год; c – процент сухостійних корів, $c=10-15\%$.

$$K = \frac{200(100-10)}{100 \cdot 1,5 \cdot 60} = 2$$

Приймаємо 2 доїльні установки.

Максимальна кількість доїльних апаратів, які може обслуговувати один оператор, визначається із залежності [33]:

$$n = \frac{t_m + t_p}{t_p}$$

де t_m – тривалість машинного доїння, $t_m = 4-6$ хв; t_p – час виконання ручних операцій (при доїнні корів на установках з молокопроводом $t_p = 4-5$ хв).

$$n = \frac{4+4}{4} = 2$$

Тривалість циклу доїння однієї корови розраховують за формулою:

$$t = t_m + t_p + t_n$$

де t_m – машинний час доїння однієї корови, хв; t_p – час ручних та машинно-ручних операцій, пов'язаних з доїнням, хв.; t_n – час, що витрачається на переміщення ДА з одного робочого місця на інше, хв. $t_m = 4$ хв;

$$t_p = 32+18+22+7=79\text{с}=1,32\text{хв}; \text{ - враховується час, відповідно на:}$$

підготовчі операції, надягання доїльних стаканів, машинне додоювання і знімання доїльних стаканів.

$$t_n = 10\text{с}=0,17\text{хв.}$$

$$t = 4+1,32+0,17=5,49 \text{ хв}$$

Кількість операторів для обслуговування доїльної установки можна визначити за формулою:

$$N_{on} = \frac{m(t_p + t_n)}{T}$$

Приймаємо $T = 1,5 \text{ год} = 90 \text{ хв.}$

$$N_{on} = \frac{200(1,32+0,17)}{90} \approx 4$$

Добовий надій молока на фермі:

$$W = \frac{M(100-c)g\alpha}{365 \cdot 100},$$

де g – середньорічний удій на корову, кг; α – коефіцієнт добової нерівномірності надоя, $\alpha = 1,2-1,5$.

$$W_d = \frac{200(100-10) \cdot 4500 \cdot 1,4}{365 \cdot 100} = 3185,4 \text{ кг.}$$

2.7. Вибір та визначення кількості засобів для механізації процесу первинної обробки молока

На невеликих фермах з прив'язним утриманням худоби і особливо при низькій продуктивності корів практикується доїння в стійлах із збиранням молока в переносні відра. У цьому випадку первинна обробка молока, як правило, здійснюється в такій послідовності. Видосне молоко у відрах або

бідонах ручними візками доставляють у фермську молочну і насосом перекачують в резервуар-охолодник (рис. 2.7). Очищення за цією схемою здійснюється шляхом фільтрування при переливанні молока з доільних відер у бідони та за допомогою фільтра-цідилки у горловині резервуара-охолодника. В більшості випадків видоєне молоко, одержане від здорових корів, проходить первинну обробку на фермі за спрощеною схемою "очищення - охолодження"

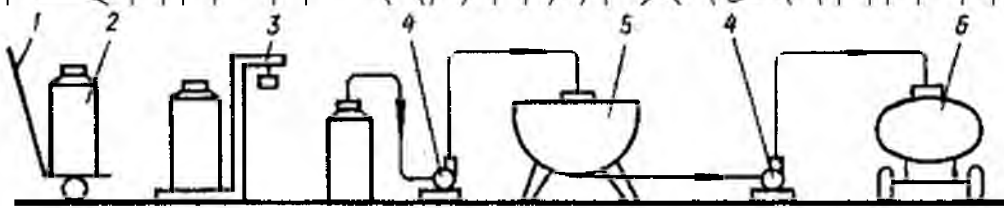


Рис. 2.7. схема лінії первинної обробки молока.

1 – візок для переміщення бідонів; 2 – бідон; 3 – платформні ваги; 4 – молочний насос; 5 – резервуар-охолодник; 6 – молочна цистерна; 7 – резервуар-термос; 8 – очищувально-охолодний агрегат;

Для охолодження тимчасового зберігання молока вибираємо танк-охолодник молока Milkplan: модель IC (закритого типу).

Рис.2.8. Танк-охолодник молока

- Циліндрична ємність горизонтального типу, регульовані ніжки для легкого і правильного виставлення ємності.
- Випарник виготовлений за допомогою лазерного зварювання, товщина листів 2мм + 0,8 мм. Зварні шви випробувані тиском 65BAR. Робочий тиск 30BAR. Конструкція випарника запобігає замерзанню молока
- Ізоляція (поліуретанова піна високої щільності, склоітно-безпечна)

• Система перемішування: мішалка з мотор-редуктором Sirem 131W (3-фазний)

• Молочний вихід і кран відповідно до стандартів ISO 5708

• Вимірювальна лінійка з нержавіючої сталі з калібрувальною таблицею

• Інспекційні сходи з нержавіючої сталі

• Промивний патрубок Ø25mm з головками, що обертаються

• Холодильний агрегат: Компресор холодильного агрегату закритого типу (Maneurop, Copeland). Газ-холодогент R-404 відповідно до вимог стандартів

ISO5708, EN 13732.

Таблиця 2.9

Технічна характеристика танка-охолодника

Модель	Мак об'єм, л	Модель компресора	Напруга/ Частота/ Фаза	Потужність, Вт	Номинальний струм	К-ть доїнь
IC 2000	2030	TAG 4573Z	380V-400V, 50Hz, 3~	12567W	11,4A	2

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСТЕРИЗАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ З ГІДРОДИНАМІЧНИМ НАГРІВАЧЕМ

3.1. Аналіз існуючих технологій пастеризації молока

Бактеріальна забрудненість молока при машинному доїнні у малих господарських утвореннях досить висока, через що молоко надходить на молочні заводи або безпосередньо в торгівлю з підвищеною кислотністю та реалізується за зниженими цінами. Вихід із цього на думку багатьох дослідників [4, 14, 31] можливий не тільки вдосконаленням фільтрації та охолодження молока після доїння, а й його пастеризацією до здачі на молочний завод.

Запропонований Луї Пастером [29, 45] у другій половині XIX століття спосіб знезараження молока шляхом нагрівання його до певної температури (нижче точки кипіння) меншою мірою впливає на якість та фізико-механічні властивості його, ніж загальноприйняте до цього кип'ятіння. Пастеризація як один з ефективних способів теплової обробки молока після цього досить

швидко поширилася у всіх країнах світу.

На цей час технологія пастеризації молока обґрунтована як теоретичними дослідженнями, і практичної розробкою різних методів її здійснення. У сучасних умовах можна виділити кілька методів пастеризації молока, які знайшли найбільше застосування як у молочній промисловості, і безпосередньо на молочних фермах господарств. Серед них необхідно відзначити такі технології пастеризації молока: тривала, тонкошарова, короткочасна високотемпературна, миттєва та біоризація.

Кожна з них має певні переваги та недоліки як у частині впливу на продукт, що обробляється, так і в частині витрат на здійснення процесу теплової обробки молока [31]. Досить широко використовується технологія

низькотемпературної тривалої пастеризації молока. Здійснюється вона у ваннах або цистернах, що мають парову або водяну соронку, що забезпечує нагрівання молока до температури не нижче 63°C та витримку його (з перемішуванням)

при цій температурі протягом не менше 30 хвилин.

До недоліків такої технології пастеризації молока відноситься не тільки циклічність процесу та його значна тривалість, які обмежують продуктивність використовуваного обладнання, а й значну витрату пари (порядку 100...140 кг

на тонну молока) та можливість подальшого розвитку термофілів [21, 28].

Незважаючи на ці недоліки ванни тривалої пастеризації молока (ВЛП) із проміжним теплоносієм у вигляді нагрітої води досить широко використовуються на малих фермах, сімейних, фермерських та особистих підсобних господарствах.

Більш прогресивними та продуктивними виявилися методи пастеризації молока в трубчастих та пластинчастих апаратах, у яких досягається прискорена теплопередача до потоку молока через тонкі стінки труб та пластин.

Один із них розроблений доктором Стассано [29] і на честь його названо стасанацією. Він по суті своїй представляє технологію тонкешарової пастеризації молока і полягає в нагріванні його до температури 75°C в тонкому шарі (1...1,2 мм) з двох сторін протягом короткого часу (не більше 15...16 с.), після чого воно подається на подальше швидке охолодження.

У процесі такої теплової обробки тонкого шару молока як теплоносієм використовується не пара, а гаряча вода. Бактерії збога ще притягуються до нагрітих стінок апарату і вмирають у контакті із нею. Стасация молока не погіршує його смакових якостей і властивості. Найбільшого ж поширення в усьому світі та в нашій країні набула технологія високотемпературної короткочасної пастеризації молока на базі пластинчастих апаратів.

У них молоко під напором протікає тонким шаром у невеликому зазорі між пластинами з нержавіючого металу, що нагріваються з іншого боку потоком гарячої води до температури 80°C, і витримується в ньому близько 15

с. Переваги такої технології пастеризації молока полягають у прискоренні процесу, а й у підвищенні продуктивності технологічної лінії [23, 33]. Однак смакові якості пастеризованого при цьому молока дещо погіршуються через контакт його в процесі обробки із зовнішнім повітрям і утворення накипу на стінках пластин пастеризатора у вигляді випадання альбуміну.

Різновидом цього способу теплової обробки молока є технологія миттєвої короткочасної пастеризації. Тут тонкий шар молока в поточці між пластинами швидко без доступу атмосферного повітря нагрівається парою або водою до температури більше 85°C, витримується короткочасно і негайно охолоджується до температури подальшого зберігання при якому протягом 3 місяців пастеризовані продукти гарантовано не псуються. Практично в цій технології молочну продукцію нерідко нагрівають ще до вищих температур, що підвищує термін її зберігання до реалізації споживачам.

Технологічний процес біоризації молока виробляється в ізовованих від атмосферного повітря апаратах методом розпилення його під підвищеним тиском і нагрівання до 72...76 °C з наступним інтенсивним охолодженням, що в сукупності виключає окислювальну дію на пастеризований продукт атмосферного повітря. Відомі також технології антибактеріальної обробки молока іншими, що відрізняються від теплових методами.

До них відносяться обробка молока та молочних продуктів ультразвуком, опроміненням інфрачервоним та ультрафіолетовим світлом, НВЧ струмом, кавитацією та ін [39, 44]. Однак такого широкого поширення, як теплова пастеризація, ці методи не отримали, що дає підставу надалі

зосередити увагу на огляді та аналізі переважно апаратів теплової обробки молока з метою його пастеризації.

3.2. Огляд конструкцій пастеризаторів молока

На рис. 3.1 представлена удосконалена класифікація пастеризаційних установок, у якій основну увагу приділено апаратам пастеризації молока на малих фермах. За цією схемою апарати для пастеризації молока розділені за способом впливу на продукт, що пастеризується, і за режимом роботи.



Рис. 3.1 Класифікація пастеризаторів молока

За способом на продукт вони поділяються на апарати непрямого прямого нагріву. Апарати непрямого нагріву у свою чергу поділені на теплові та електричні. Нагрівання в харчовій промисловості в основному здійснюється за допомогою різних теплоносіїв, таких як водяна пара, гаряча вода, нагріте повітря, паливні газы, висококиплячі органічні речовини - рідини, а також електричного струму. Найчастіше в якості теплоносія використовують

насичену пару, оскільки вона має високий коефіцієнт теплопередачі при конденсації. Значний недолік водяної пари – це зростання тиску із підвищенням температури.

В даний час основним обладнанням для пастеризації є пастеризаційно-оохолоджувальні установки пластинчастого типу. Трубчасті пастеризаційні установки нагрівають продукт у закритому тонкошаровому потоці при високих швидкостях з автоматичним здійсненням робочих процесів, що дає можливість роботи під великим тиском пастеризованих продуктів з нагріванням їх до температури понад 100°C . Трубчасті апарати мають невелику кількість гумових ущільнень, порівняно з пластин, що полегшує ремонт і вимагає менше часу на ремонт.

Пластинчасті пастеризаційно-оохолоджувальні установки знайшли найширше поширення у переробній промисловості. Такі установки призначені для швидкої пастеризації молока в тонкому шарі та закритому потоці з подальшим охолодженням після короткочасної витримки. У пластинчастих апаратах підвищення швидкості потоку молока призводить до збільшення гідравлічного опору. Недоліком пластинчастих апаратів, як і електропастеризаторів, є утворення накипу. Для запобігання утворенню її необхідне зниження температури стінки, через яку здійснюється теплопередача до пастеризованого продукту.

Майже у всіх видах нагрівачів передача тепла відбувається через проміжний теплоносій, що призводить до ускладнення конструкції, додаткових витрат та втрат енергії, та створює певні незручності в експлуатації. Іншу групу апаратів для пастеризації становлять пристрої прямого нагрівання продукту [43, 46]. До них відносяться опромінюючі НВЧ та електродні пастеризатори, а також порівняно нові пастеризатори з гідродинамічними нагрівачами.

НУБІП УКРАЇНИ

Останні представляють значний інтерес не тільки для великих молочних господарств та молочних заводів, але і для сімейних, фермерських та особистих підсобних господарств та здійснюють нагрівання продукту за рахунок тертя

рідинних шарів між собою та стінки ГДН, забезпечуючи гідродинамічний вплив на молоко. Вони поділені на дискові та барабанні апарати, а на вигляд робочої поверхні – на гладкі та з комірчастого поверхню.

НУБІП УКРАЇНИ

Барабанні у свою чергу можуть бути циліндричними чи конічними. Є й

ряд апаратів, у яких нагрівання продукту здійснюється як за рахунок тертя рідини, а й турбулізації. До них належить гідромуфти в стоповому режимі та ряд модернізованих гідромуфт.

НУБІП УКРАЇНИ

Таким чином, на основі запропонованої класифікаційної схеми

вирішення багатьох питань теплової обробки молока особливо в умовах малих господарських утворень можливе при безпосередньому нагріванні рідини. Найбільш економічним способом нагрівання рідини є застосування гідродинамічних нагрівачів. Їхня основна відмінність у тому, що в них

НУБІП УКРАЇНИ

відбувається перетворення механічної енергії в тепло, що спрощує конструкцію апарату та підвищує його ККД. Такі апарати мають невеликі габарити, малу металомісткість і масу, мобільність, простоту конструкції, надійність, мають насосний ефект.

Трубчаста пастеризаційна установка (рис. 3.2) складається з двох відцентрових насосів, трубчастого апарату, зворотного клапана, конденсатовідвідників та пульта управління з приладами контролю та регулювання технологічного процесу.

НУБІП УКРАЇНИ

Основний елемент установки - двоциліндровий теплообмінний апарат, що складається з верхнього та нижнього циліндрів, з'єднаних між собою

трубопроводами. У торці циліндрів вварені трубні ґрати, в яких розвальцьовано по 24 труби діаметром 30 мм.

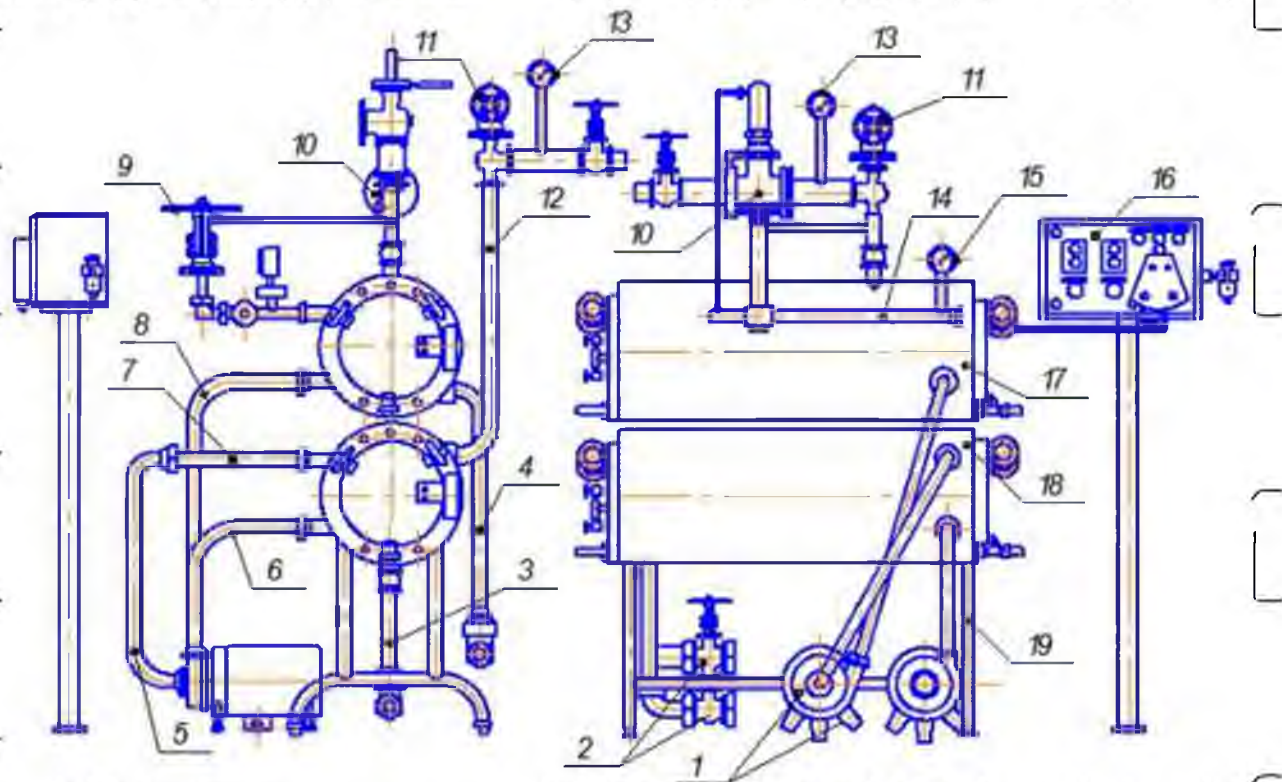


Рис. 3.2. Трубчаста пастеризаційна установка.

1 - відцентрові насоси для молока; 2 - конденсатовідвідники; 3, 4 - патрубки для відведення конденсату; 5, 6, 7, 8 - молокопроводи; 9 - зворотний клапан; 10 - регулюючий клапан подачі пари; 11 - запобіжні клапани; 12 - паропровід; 13 - манометри для пари; 14 - патрубок для виходу пастеризованого молока; 15 - манометр для молока; 16 - пульт управління; 17 - верхній барабан; 18 - нижній барабан; 19 - рама

Трубні решітки з нержавіючої сталі мають короткі вифрезеровані канали, що з'єднують послідовно кінці труб, утворюючи таким чином безперервний змійовик загальною довжиною близько 30 м. Торцеві циліндри закривають кришками з гумовими ущільненнями для забезпечення герметичності апарату і ізолювання коротких каналів.

Пара подається в міжтрубний простір кожного циліндра. Відпрацьована пара у вигляді конденсату виводиться за допомогою термодинамічних конденсатовідвідників.

Молоко, що нагрівається, рухається у внутрішньотрубному просторі, проходячи послідовно нижній і верхній циліндри. На вході пари встановлений регулюючий клапан подачі пари, а на виході молока з апарату – зворотний клапан, за допомогою якого недопастеризоване молоко автоматично

спрямовується на повторну пастеризацію. Поворотний клапан пов'язаний через регулятор температури з термодатчиком, розташованим на виході молока з апарату. Установка має манометри для контролю за тиском пари молока.

Оброблюваний продукт із накопичувальної ємності за допомогою першого відцентрового насоса подається до нижнього циліндра теплообмінного апарату, де нагрівається пором до температури 50...60 °С і переходить у верхній циліндр. Тут він пастеризується за температури 80...90 °С.

Другий насос призначений для подані молока з першого циліндра до другого. Слід зазначити, що у трубчастих пастеризаційних установках швидкість руху різних продуктів неоднакова. В установці для пастеризації верхків швидкість їхнього переміщення в трубах теплообмінного апарату 1,2 м/с. У процесі теплообміну верхки надходять у циліндри пастеризатора за допомогою одного відцентрового насоса. Швидкість переміщення молока за рахунок застосування двох насосів вище та становить 2,4 м/с.

Перевагами трубчастих пастеризаційних установок у порівнянні з пластинчастими є значно менша кількість і розміри прокладок ущільнювачів, а недоліками — великі габарити і висока металомісткість; крім того, при чищенні та митті цих установок потрібен вільний простір з боку торців циліндрів теплообмінного апарату.

Трубчасті установки ефективні в тому випадку, якщо подальший процес обробки молока проводять при температурі, що незначно відрізняється від температури пастеризації.

У пастеризаційно-охолоджувальній установці УОМ-ІК-1 (рис. 3.3) крім секції інфрачервоного електронагріву є витримувач та пластинчастий теплообмінний апарат.

Секція інфрачервоного нагрівання складається з трубок кварцового скла U-подібної форми з відбивачами анодованого алюмінію. У секції 16 трубок (10 основних, 4 регуляційних режим нагріву та 2 додаткових), на які навіта спіраль з ніхрому. Витримувач складається з двох послідовно зєднаних труб із нержавіючої сталі. У пластинчастому теплообмінному апараті є секція регенерації та дві секції охолодження.

Молоко надходить у зрівняльний бак і з нього насосом послідовно подається в секції регенерації, інфрачервоного нагрівання та витримувач. Після витримувача пастеризоване молоко проходить секцію регенерації, передаючи теплоту холодному молоку, і послідовно проходить секції охолодження водою та розсолон.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

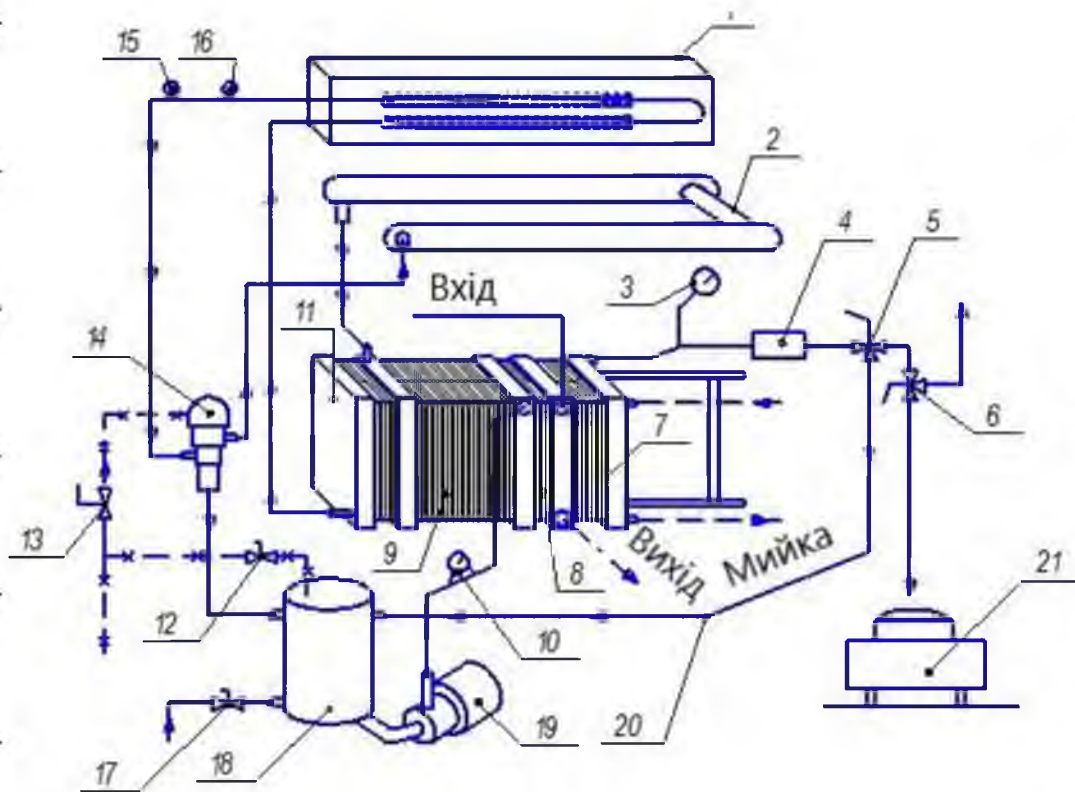


Рис. 3.3 Схема пастеризаційно-охолоджувальної установки УОМ-ІК-1:

1 - секція інфрачервоного електронагріву; 2 - витримувач; 3, 15 - термометри; 4 - оглядова дільниця; 5, 6 - триходові крани; 7 - секція охолодження крижаною водою (розсолем); 8 - секція охолодження водою; 9 - секція регенерації; 10 - манометр; 11 - пластинчастий теплообмінник; 12, 13 - вентилі; 14 - перепускний клапан; 16 - термометр опору; 17 - кран; 18 - зрівняльний бак; 19 - насос; 20 - мийний трубопровід; 21 - ємність для зберігання молока.

Пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки в порівнянні з іншими типами тендових апаратів мають ряд переваг:

- мала робоча місткість що дозволяє приладом автоматично точніше відстежувати хід технологічного процесу (у пластинчастій установці робоча місткість утрічі менша, ніж у трубчастій такої ж продуктивності);
- здатність програвати досить ефективно при мінімальному тепловому натиску;

НУВБІП УКРАЇНИ
- мінімальні теплопритоки та втрати теплоти та холоду (теплова ізоляція зазвичай не потрібна);
- істотна економія (80 ... 90%) теплоти в секціях регенерації (питома витрата

пари в пластинчастих установках в 2 ... 3 рази менше, ніж у трубчастих, і в 4 ... 5 разів, ніж в емнісних теплообмінниках);

НУВБІП УКРАЇНИ
- мала установча площа (пластинчаста установка займає приблизно в 4 рази меншу поверхню, ніж трубчаста аналогічної продуктивності);

- можливість змінювати кількість пластин у кожній секції, що дозволяє

НУВБІП УКРАЇНИ
адаптувати теплообмінний апарат до конкретного технологічного процесу;
- можливість безрозбірного циркуляційного миття апаратури.

Поряд з пастеризаторами, в яких джерелом прямого нагріву молока є

інфрачервоні промені, створені та набувають все більшого поширення

НУВБІП УКРАЇНИ
установки для пастеризації молока, робота яких заснована на використанні ультрафіолетового випромінювання. Застосування таких установок дозволяє значно знизити метало та енергоємність технологічного процесу пастеризації

молока, покращити його якість та скоротити втрати, зберігаючи при цьому

НУВБІП УКРАЇНИ
корисні компоненти продукту (білки, жири, вітаміни).

Принцип роботи пастеризаторів даного типу полягає у безконтактному впливі ультрафіолетового випромінювання на спеціально сформований

тонкошаровий потік молока.

НУВБІП УКРАЇНИ
Будова всіх пастеризаторів цього типу однакова: корпус, в якому розміщені розподільник молока, верхні і нижні опромінювальні пристрої з пастеризаційними пластинами і блок живлення. Розподільник молока

складається з клапана-зрошувача, до якого по трубопроводу подається молоко.

НУВБІП УКРАЇНИ
Опромінювальні пристрої являють собою спеціальні газорозрядні лампи та

відбивачі. Конструкція верхнього і нижнього опромінювальних пристроїв однакова.

НУБІП України

Пастеризатори УФО є безнапірними апаратами і при використанні насоса

для подачі молока останній повинен комплектуватися запірним клапаном, що

забезпечує напір 0,1... 0,5 м водяного стовпа.

НУБІП України

Одним з перспективних напрямів удосконалення пастеризаційних установок є застосування в них роторних нагрівачів, спеціальна конструкція яких

дозволяє за рахунок молекулярного тертя частинок продукту, що обробляється

НУБІП України

нагрівати останній до заданої температури. Температура теплової обробки продукту залежить від часу його знаходження у роторному нагрівачі та може регулюватися в широких межах. Одночасно з цим продукт піддається

гомогенізації.

НУБІП України

3.3. Пастеризаційні установки на основі гідродинамічного нагрівача

НУБІП України

Прикладом пастеризаційних установок з ГДН можуть бути установки ПМР-0,2-1 та ПМР-0,2-2 продуктивністю 600, 1200 та 1600 л/год. Схема роботи

пастеризаційної установки із змінним ГД нагрівачем представлена на рис. 3.4

НУБІП України

НУБІП України

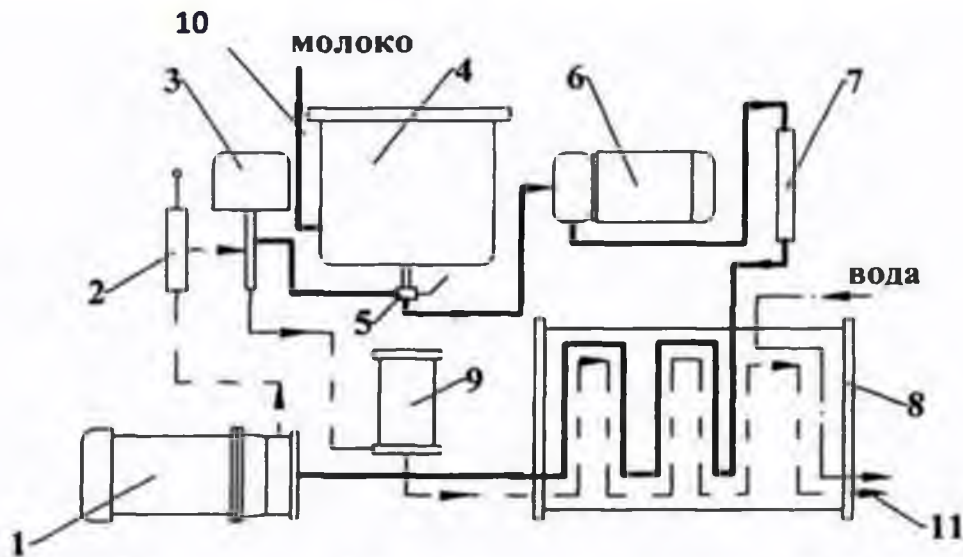


Рис. 3.4. Схема роботи пастеризаційно-охолоджувальної установки типу ПМР-02 з гідродинамічним нагрівачем: 1 – нагрівач; 2 – термометр; 3 – клапан повернення; 4 – бак; 5 – кран; 6 – насос; 7 – фільтр; 8 – теплообмінник; 9 – витримувач; 10 та 11 – трубопровід подачі та виведення молока; 11 – вихід молока.

Основним тепловим апаратом у ній є гідродинамічний нагрівач 1 із приводом від електродвигуна. Крім нього до складу пастеризаційної установки входять витримувач 9, теплообмінник 8, бак 4 для продукту, що пастеризується, насос 6 і фільтр 7. Є контрольно-регулювальна апаратура. Нагрівач містить корпус 1 з ротором 4, закріпленим на валу 2.

Ротор з обох сторін закритий кришками 5 і 6, на прилеглих до ротора бічних поверхнях яких, як і на роторі, виконані осередки 10, розташовані симетрично осередків ротора. Перегородки між осередками виконують роль лопаток для молока. При роботі пастеризаційної установки (рис. 1.7) молоко з приймального бака 4 насосом 6 подається через фільтр 7 пластинчастий регенератор 8, де підігрівається зустрічним потоком молока з ГДН 1. Далі воно надходить через вихідний патрубок 7 (рис. 3.5) в порожнину осередків 10 ротора та кришок. При обертанні ротора ці осередки періодично

розкривається, збігаючись із осередками ротора, і закривається, створюючи опір течії молока в роторі.

Молоко в ньому піддається тертю шарів, тертю об стінки осередків і турбулізації, що забезпечує дисипацію механічної енергії приводу нагрівача до теплового нагрівання молока до температури пастеризації

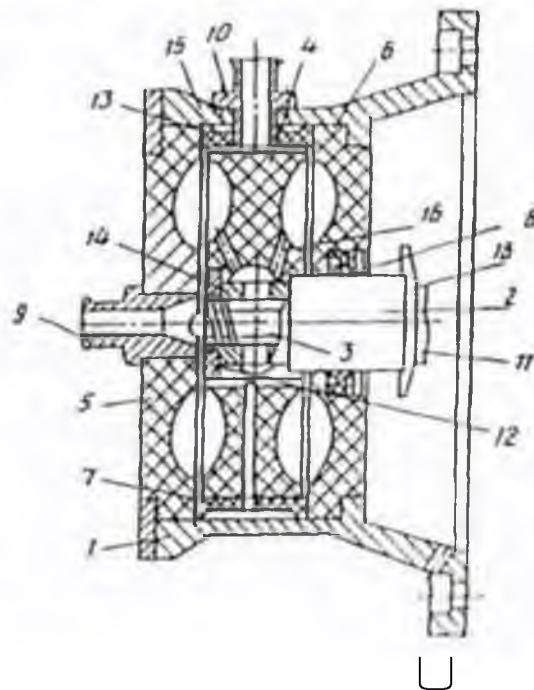


Рис. 3.5. Гідродинамічний нагрівач рідини серійної установки ПМР-02: 1 – корпус; 2 – вал; 3 – ословий насос; 4 – ротор; 5,6 – кришки; 7 – кільце; 8 – ущільнювальна манжета; 9 – вхідний нагрубок; 10 – випускний патрубок; 11 – електродвигун; 12 – гайка; 13, 14, 15 – гумові кільця; 16 – канали, що подають молоко.

Гаряче молоко (рис. 3.5) з нагрівача подається у витримувач 9, а з нього в регенератор 8, потім в його секцію охолодження і подається на вихід 11 пастеризаційної установки. За цією схемою вдалося виключити використання котелень в результаті застосування ГДН, при цьому коефіцієнт регенерації енергії склав приблизно 95%. Установка займає площу трохи більше 1,5 м².

ККД серійних пастеризаційних установок типу ПМР посить високий – перевищує 80 і більше відсотків, що майже на 25 % більше парових

пастеризаторів. Ці установки цілком пристосовані до умов первинної обробки та переробки молока на існуючих господарствах, які виробляють невелику кількість молока.

Останніми роками конструкції гідродинамічних нагрівачів рідини постійно вдосконалюються. Один із варіантів конструкції ГДН [6, 18] представлений на рисунку 3.6. У ньому ротор 1 виконаний з наскрізними отворами, а навпроти них кришках корпусу 2 обрані напівсферичні комірки.

Утворені своєрідні перегородки сусідніх отворів ротора та вічок кришок складають рухомі та нерухомі лопатки нагрівача. За принципом роботи він аналогічний раніше описанім ГДН. Змінена форма ротора та її отворів (комірок) забезпечує підвищення швидкості потоку молока рахунок більшого кута сходу його з лопаток ротора (майже 180°).

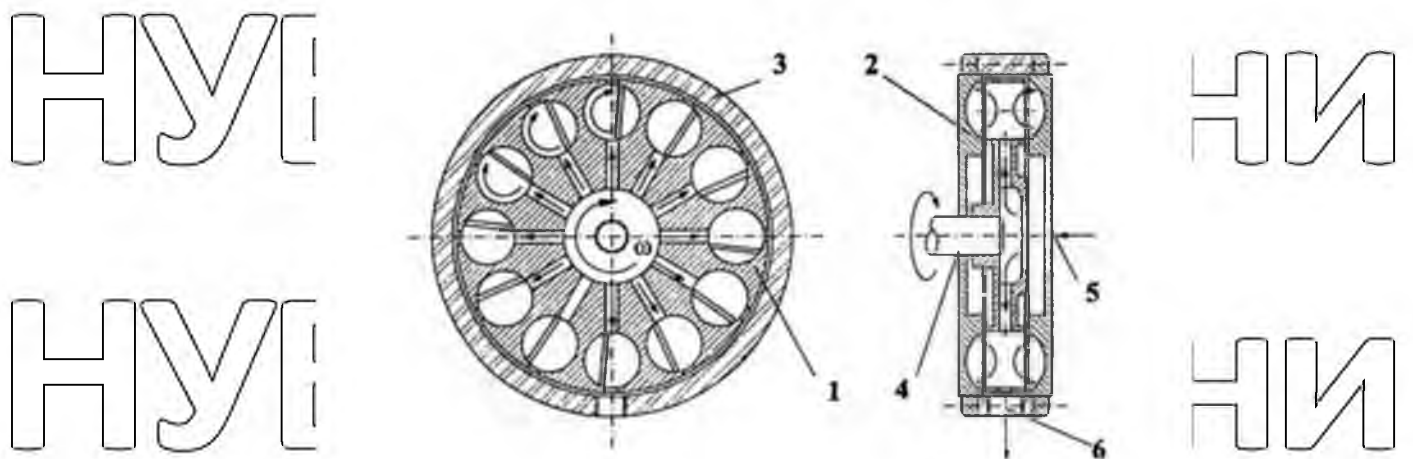


Рис. 3.6. Схема гідродинамічного нагрівача ДДТУ: 1 – ротор; 2 – корпус; 3 – обід; 4 – вал приводу; 5 і 6 – вхід і вихід для молока

Підвищуються сили тертя в зазорах ротор-корпус пастеризатора, що інтенсифікує тепловиділення в ньому та підвищує продуктивність порівняно з апаратами непрямого нагрівання.

Мінімальний коефіцієнт корисної дії спостерігається у парового пастеризатора з витіснювальним барабаном, подібн у парових пастеризаторах трубчастого і пластинчастого типів, що пояснюється необхідністю застосування

додаткового обладнання для отримання та транспортування пари, що частіше за вартістю перевищує витрати на пастеризаційну установку.

Пастеризатори прямого впливу на молоко за показниками питомих витрат теплової енергії перевищують використовувані нині парові пастеризатори майже удвічі, ККД їх вище, а втрати тепла відбуваються лише у доквілля і з проточною водою у процесі охолодження молока.

Інтенсивні дослідження та розробки щодо вдосконалення конструкції, параметрів та процесу роботи ГДН ведуться не тільки в нашій країні, але в ряді зарубіжних країн [6, 9].

Незважаючи на значні успіхи у розробці пастеризаційних установок на основі гідродинамічних нагрівачів, конструкція їх все ще недостатньо досконала. Мають місце втрати тепла в навколишнє середовище і з охолоджувальною рідиною, все ще недосконала форма робочих органів, недостатньо обґрунтовані і параметри не тільки ГДН, але і пастеризаційної установки. Є недоліки й у принципі роботи основного апарату пастеризаційної установки – гідродинамічного нагрівача.

3.4. Обґрунтування схеми пастеризаційної установки

Усіюючи пастеризаційні установки безпосереднього нагріву, в тому числі і на основі гідродинамічних нагрівачів (ГДН), призначені для пастеризації невеликих обсягів молока, так само мають ряд суттєвих недоліків. Серед них недосконалість процесу роботи нагрівача через нерівномірний вплив на молоко, істотні втрати тепла в навколишнє середовище і з потоком охолоджуючої рідини, співмірні з витратами енергії на привід ГДН.

Запропонована нами пастеризаційна установка містить гідродинамічний нагрівач 1, витримувач молока 4, пластинчастий теплообмінник в складі регенератора 2 і охолоджувача 6, а також насос 14 для подачі молока. Особливістю цієї пастеризаційної установки є використання на останній стадії охолодження молока в пластинчастому охолоджувачі не проточної холодної

води, що призводить до безповоротних втрат тепла, яке забирає охолоджуюча вода, а парів хладону в склад теплового насоса.

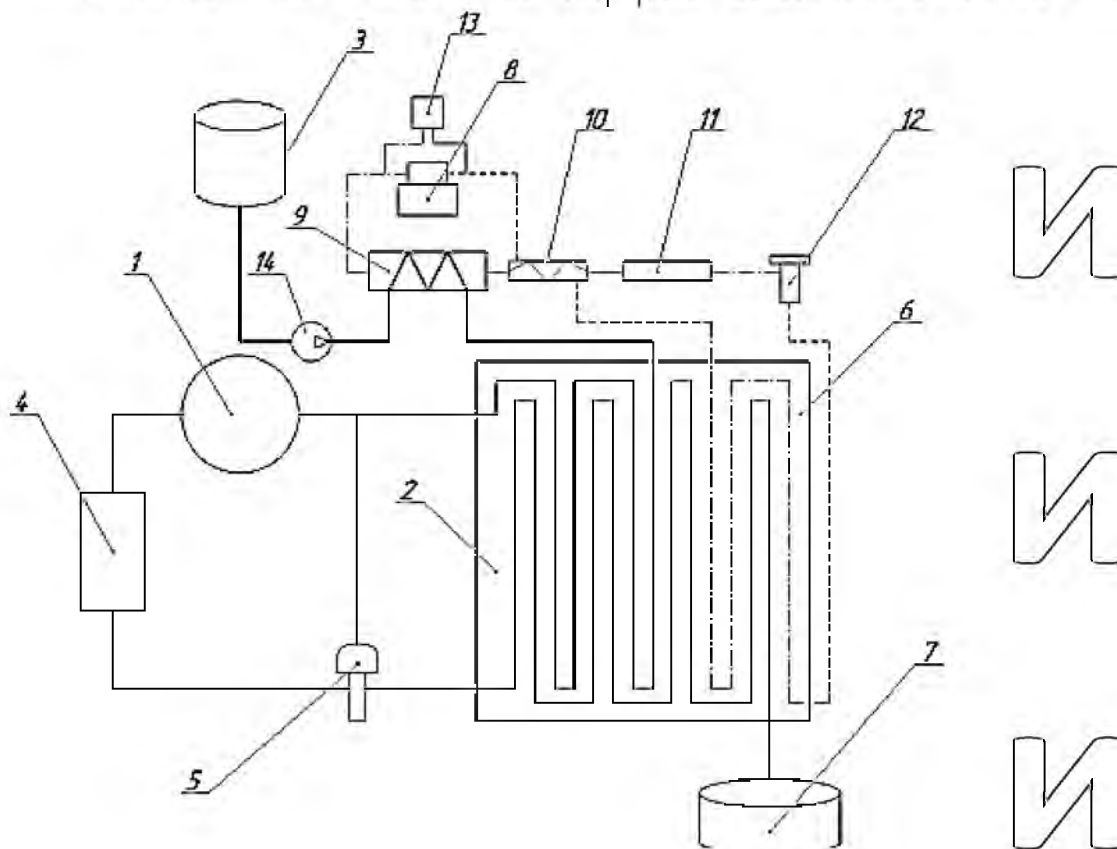


Рис. 3.7. Схема удосконаленої пастеризаційної установки.

1 - гідродинамічний нагрівач; 2 - регенератор; 3 - приймальний бак; 4 - витримувач; 5 - автоматичний клапан; 6 - охолоджувач; 7 - бак збору пастеризованого молока; 8 - компресор; 9 - конденсатор; 10 - теплообмінник; 11 - фільтр-осушувач; 12 - терморегулювальний вентиль (ТРВ); 13 - датчик тиску; 14 - насос молочний.

Тепловий насос має компресор 8, конденсатор 9, теплообмінник хладону 10, фільтр-осушник 11, випарник в охолоджувачі 6, терморегулюючий вентиль 12 (ТРВ) і реле тиску 13. Підігріте в теплообміннику 9 теплового насоса молоко подається далі в пластинчастий регенератор 2, в якому омивається через стінки пластин зустрічним потоком гарячого молока після нагрівання в ГДН. Далі з регенератора молоко надходить в ГД нагрівача 1, який забезпечує подальше нагрівання його до встановленої температури пастеризації. Після цього воно під створюваним напором потрапляє на деякий час у витримувач 4. З

виримувача воно направляє в регенератор 2 назустріч потоку молока, що подається на пастеризацію. При цьому пастеризоване молоко віддає своє тепло зустрічному потоку молока, яке йде на пастеризацію. З секції регенерації пастеризоване молоко перетікає в пластинчастий охолоджувач 6 (омиваючи випарник) для остаточного охолодження хладоном і збирається в бак 7 зберігання молока в охолодженому вигляді. Компресор 8 теплового насоса всмоктує пари хладоном, утворені при його кипінні у випарнику, вбудованому в пластинчастий апарат 6. Насичені пари хладоном температурою 10 ... 15 °C компресором стискаються і при температурі 80 ... 90 °C надходять в конденсатор 9, де віддають більшу частину тепла холодному молоку на шляху з бака в ГДН. Далі хладон надходить в теплообмінник 10, де додатково охолоджується холодоагентом, що надходить з випарника. Хладон проходить через фільтр-осушник 11 в ТРВ 12 і далі впорскується через трубопровід в випарник, де закипає при низькому тиску від контакту з теплим молоком. ТРВ за рахунок зворотного зв'язку автоматично зменшує подачу 8 рідкого хладоном у міру охолодження молока, забезпечуючи максимальну холодопродуктивність. Далі пари холодоагенту надходять знову в компресор, і цикл роботи теплового насоса повторюється.

У серійних пастеризаційних установках тепло охолоджуваного молока безповоротно втрачається з потоком води або повітря, що використовуються як охолоджуючі середовища, що знижує ККД установок і не сприяє ресурсозбереженню. Доцільно на стадії охолодження молока використовувати рекуперацію тепла для попереднього нагрівання холодного молока, що йде на пастеризацію (рис 3.8).

За цієї схемою охолоджувач виконує також роль випарника, виступаючи джерелом тепла. У ньому через терморегулюючий вентиль (ТРВК) дроселюють хладон температурою t_{xx} , який, відбираючи тепло молока, закипає при низькому тиску та від'ємній температурі.

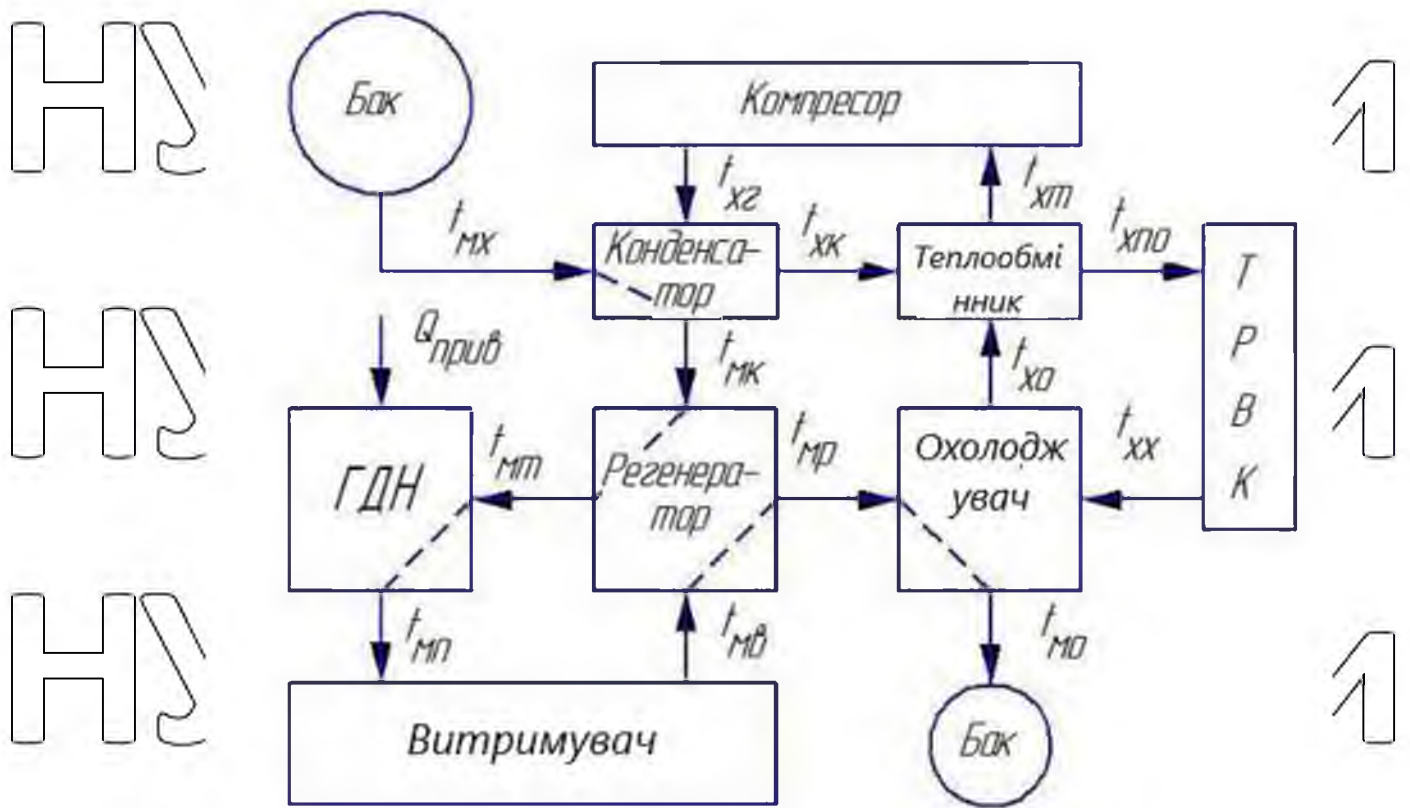


Рис. 3.8. Схема технологічного циклу пастеризаційної установки

Випаровуючись і охолоджуючи молоко, пари хладону відсмоккуються компресором теплового насоса в теплообмінник при температурі t_{xo} , підвищуючи в контакті з рідким хладоном, що проходить по його змійовику температуру на вході в компресор до t_{xt} . Компресор у круговому циклі стискає хладон до тиску 1500...1800 кПа та з температурою $t_{xg} = 80...90^\circ\text{C}$ подає пари в конденсатор, через змійовик якого протічно надходить із бака холодне молоко на шляху на пастеризацію. Молоко нагрівається до температури t_{mk} , а пари хладону охолоджуються до температури t_{xk} , забезпечуючи тим самим «відбирання» тепла молока з охолоджувача холодному молоку, що подається на пастеризацію.

Далі в теплообміннику змійовика конденсат хладону омивається холодними парами хладону з охолоджувача і, додатково охолоджуючись до температури t_{xpo} , проходить через ТРВК, де рідкий хладон напівзакипає. Тиск його після дроселювання знижується, він подається в охолоджувач, і процеси роботи теплового насоса повторюються.

Важливою частиною запропонованої пастеризаційної установки є гідродинамічний нагрівач, схему якого представлено на малюнку 3. Він містить корпус 4, ротор 5 з валом 6 і бічні кришки з обох боків ротора.

По колу контакту ротора з корпусом виконані наскрізні отвори 3 з утворенням на циліндричних поверхнях корпусу (внутрішньої) і ротора (зовнішньої) напівкмір по всій ширині цих деталей. Перегородки, що утворилися, між сусідніми осередками виконують роль допагок. У центрі ротора розташована розточка 1, яка з'єднана радіальними каналами 7 з комірками 3.

Для подачі молока в ГДН на одній з кришок є отвір 9, а для пастеризованого виведення – патрубок 8. Привід здійснюється від електродвигуна через вал 6. ГДН зовні має теплоізоляційне покриття 2.

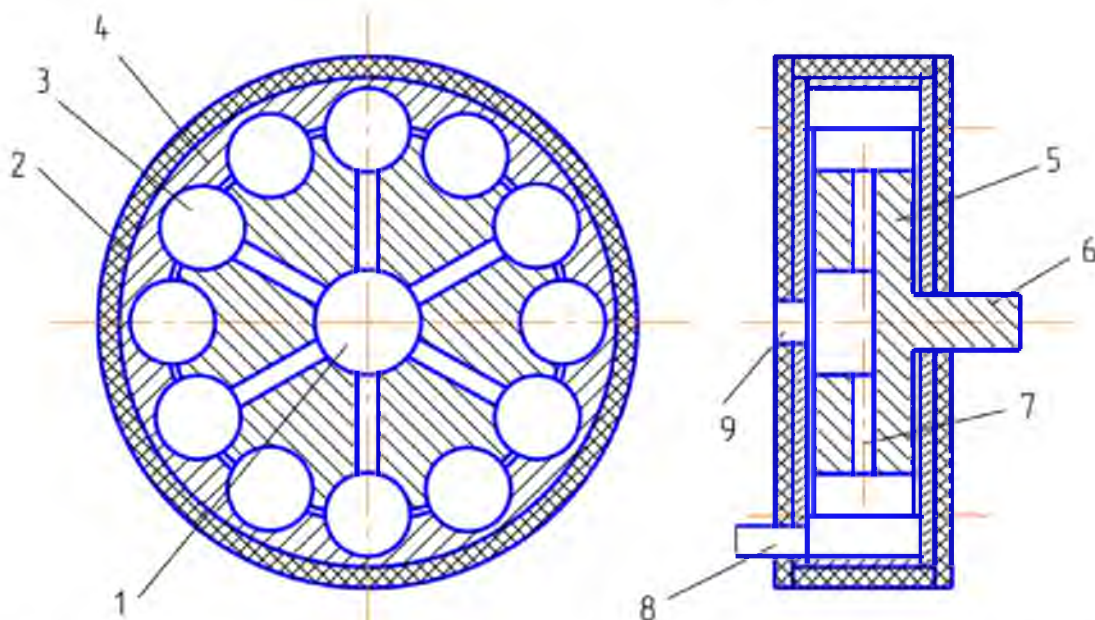


Рис. 3/8/ - Схема гідродинамічного нагрівача: 1 – розточка ротора; 2 – термоізоляція; 3 – комірка; 4 – корпус; 5 – ротор; 6 – вал; 7 – радіальний канал; 8, 9 – отвори введення та виведення молока

Молоко в процесі роботи ГДН подається попередньо підігрітим в регенераторі, через отвір 9 воно надходить в центральну розточку 1, з якої розтікається по радіальних каналах в комірки 3. При обертанні ротора на це молоко виробляється гідродинамічний вплив лопат корпусу, а також

дроселювання через зазори ротор - корпус. Через сильну турбулізації потоку і багаторазове тертя енергія обертання ротора перетворюється на теплову енергію молока, нагріваючи його до температури пастеризації на виході з патрубку 8.

Слід зазначити, що цей ГДН працює в умовах кавітації та удару рідини об деталі апарату, що може сприяти інтенсивній дезінтеграції як мікробіологічних об'єктів [21, 34], так і жирових кульок у молоці.

3.5 Дослідження пастеризаційної установки

За своїм принципом пластинчастий теплообмінник призначений для охолодження пастеризованого молока та містить блок двох теплових апаратів – регенератора та охолоджувача. У регенераторі більшість тепла гарячого молока

передається що надходить на пастеризацію молока його попереднього нагріву.

Температурний графік протічного регенератора представлений на малюнку 3.9 функції площі охолодження у ньому F .

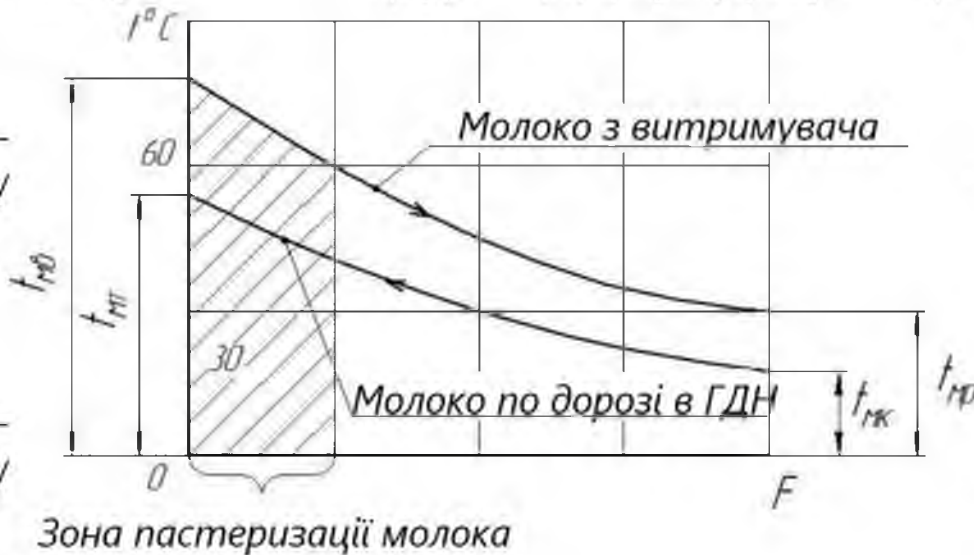


Рис. 3.9 Графік зміни температур молока в регенераторі: t_{mv} та t_{mv} – температури пастеризованого молока на вході та виході з регенератора; t_{mk} і t_{mv} – температури молока, що підігрівається (протікання) на вході та виході регенератора.

Згідно рис. 3.9 заштрихована зона падіння температури молока після витримувача (понад 60°C) все ще бере участь у пастеризації молока та придушенні мікрофлори в ньому. Витрати молока G_m у лінійк нагрівання та охолодження молока в регенераторі однакові, тому для кількості тепла отримаємо такі вирази: у лінії охолодження пастеризованого молока

$$Q = G_m c (t_{mv} - t_{mp})$$

у лінії нагріву молока перед пастеризацією

$$Q = G_m c (t_{mr} - t_{mk})$$

де c – теплоємність молока.

Прирівнюючи ці два вирази, отримаємо

$$t_{mp} = t_{mk} + t_n$$

де $t_n = t_{mv} - t_{mr}$ – Початковий температурний перепад потоків молока на вході гарячого молока в регенераторі. На відміну від пластинчастих охолоджувачів у аналізованому регенераторі кратність потоків молока – одноразова, а для входу і виходу регенератора відрізняється незначно. Зазначена кількість тепла передається через стінки пластин регенератора іншому потоку молока [36]

$$Q = k F_p \Delta t_{cp}, \text{Вт/с} \quad (3.2)$$

де Δt_{cp} – середньолгарифмічна різниця (градісн) температур потоків молока в регенераторі, [37]

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{mv} - t_{mk}}{\ln \frac{t_{mv} - t_{mr}}{t_{mp} - t_{mk}}} \quad (3.3)$$

$\Delta t_k = t_{mr} - t_{mk}$ – кінцевий температурний перепад потоків молока на виході гарячого молока із регенератора; k – коефіцієнт теплопередачі через пластину регенератора, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ F_p – загальна теплообмінна поверхня регенератора, м^2 .

Прирівнявши (3.2) та (3.3), можна визначити загальну теплообмінну поверхню регенератора:

$$F_p = \frac{G_m c (t_{mv} - t_{mp})}{k \Delta t_{cp}}, \text{м}^2$$

Число робочих пластин у секції:

де $f_{пл}$ - Площа поверхні однієї пластини, м². Щоб молоко встигло охолонути до заданої температури, воно повинно знаходитися в охолоджувачі певний час t_0 .

За цей час воно віддає кількість тепла, яка визначається формулою Ньютона

(формула 3.3). Ця ж кількість тепла можна уявити, як необхідне для охолодження молока, що знаходиться одночасно в охолоджувачі:

$$Q = f_{пл} \cdot l \cdot \left(\frac{z_{пл}}{2}\right) \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{мв} - t_{мп}), \text{ Дж} \quad (3.6)$$

де l - Товщина зазору, між пластинами, м; $f_{пл}$ - робоча площа пластини, м²; де

b - Ширина пластини, м; h - висота пластини, м. Прирівнявши формули (3.3) та (3.5), визначимо тривалість знаходження молока в охолоджувачі:

$$T_p = \frac{f_{пл} \cdot l \cdot z_{пл} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{мв} - t_{мп})}{2 \cdot k \cdot F_p \cdot \Delta t_{cp}}$$

У зоні пастеризації регенератора гаряче молоко, охолоджуючись до 60° С

(мінімальна температура загибелі мікрофлори), втрачає таку кількість тепла

$$Q_p = G_m c (t_{мв} - 60^\circ)$$

а передається через пластини у зоні пастеризації

$$Q_p = k F_{pn} \Delta t_{cp}$$

де F_{pn} - площа пластин у зоні пастеризації регенератора, м². З (3.4) та (3.6)

отримаємо площу цих пластин та їх кількість $z_{пн}$:

$$F_{pn} = \frac{G_m c (t_{мв} - 60^\circ)}{k \Delta t_{cp}} \text{ м}^2$$

Тоді тривалість пастеризації молока, що припадає на регенератор, становитиме:

$$T_{pn} = \frac{f_{пл} \cdot l \cdot z_{пл} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{мв} - 60^\circ)}{2 \cdot k \cdot F_p \cdot \Delta t_{cp}}$$

Конструкція проточної частини ГДН така, що пристінні шари молока піддаються меншій тепловій обробці та викидаються з апарату недостатньо обробленими за умов пригнічення мікрофлори. Як зазначалося вище це

викликає необхідність подачі ГДН попередньо підігрітого в інших апаратах пастеризаційної установки молока до температури 60°С, при якій забезпечується початковий період його пастеризації. Враховуючи ступінь нагріву молока в ГДН (на 14 - 15° С), середня температура молока по різниці її на виході та вході складе приблизно 67° С.

Таким чином, роль ГДН зводиться тільки до нагрівання молока від 60 до 75° С за час знаходження його в проточній частині (≈ 1 с). Основна роль у придушенні мікрофлори має бути відведена витримувачу і регенератору.

Молоко в робочому режимі пастеризаційної установки після ГД нагрівача направлялося у витримувач 4, потім регенератор, де охолоджувалося потоком холодного молока по шляху з бака 1 на пастеризацію. Віддавши частину тепла холодному молоку, пастеризоване молоко надходило в охолоджувач 6.

Тут у контакті через стінку з холодоагентом теплового насоса в конденсаторі 9, забезпечувалася передача тепла надходить з бака 1 холодному молоку. Це забезпечувало суттєве скорочення втрат тепла у пастеризаційній установці та підвищення її теплового ККД. Додатним є регенератор пластинчастого типу, що забезпечує при невеликому зазорі між пластинами (1 - 2 мм) кращу тепловіддачу холодному молоку по дорозі в ГДН. Пакет з 10 - 15

таких пластин площею 0,5 м² кожна матиме місткість 2 - 3 літри, що відповідає тривалості теплової обробки молока в межах температур пастеризації (75 - 60° С) порядку 12 - 18 с.

Решту часу теплової обробки відводиться витримувачу. Воно за цими розрахунками має дорівнювати 10 - 15 с і є основним параметром для визначення місткості витримувача

$$V_{\text{вид,тп}} = \frac{MT_{\text{вид}}}{3600} = \frac{600 \cdot 10}{3600} \approx 1,7 \text{ л}$$

Протікання молока в проточній частині ГДН відбувається з різною швидкістю в перерізах зазору ротор-статор і перерізі комірок при їх розкритті в процесі обертання ротора. Здійснюючи складні вихрові та зворотні течії в

порожнині самої комірки, молоко з великою швидкістю надіє на лопатки статора.

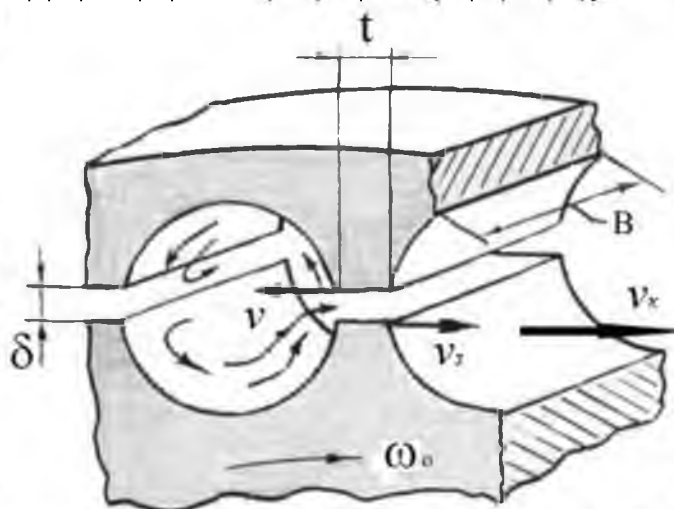


Рис. 3.10. Схема потоку молока у проточній частині нагрівача в момент співпадіння комірок ротора і статора: t – відстань між комірками, м;

δ – зазор між ротором і статором, м; B – ширина комірок, м; v_x та v_x – швидкості молока відповідно в комірках та зазорі ротор-статор, м/с;

У комірках статора потік молока гальмується, а зазорі його швидкість визначається продуктивністю установки, спрямовану у бік обертання ротора, але значно менше швидкості його обертання.

Це викликає «відставання» шарів молока від швидкості обертання ротора та посилене взаємне тертя з шарами молока в комірках ротора та з його поверхнею: з'являється швидкість обертання ротора щодо молока (відносна кутова швидкість). При дроселюванні потоку молока на виході з ГДН з метою регулювання його продуктивності та температури нагрівання (підвищення на

Δt) тривалість знаходження молока в проточній частині збільшується на 0,4 с на кожні 5% підвищення його температури пастеризації. При цьому вонс на 20 обертів ротора довше знаходиться в порожнинах ГДН до виходу у витримувач.

За даними дослідів при зміні продуктивності ГДН від 900 кг/год до 360 кг/год колова швидкість молока знижується від 41,7 до 16,6 с⁻¹, через що відносна швидкість лопаток ротора (по відношенню до молока, що обертається) підвищується.

На рисунку 3.11 представлений графік зміни лінійної швидкості молока у зазорі проточної частини ГДН та в порожнині осередків у функції подачі його в ГДН.

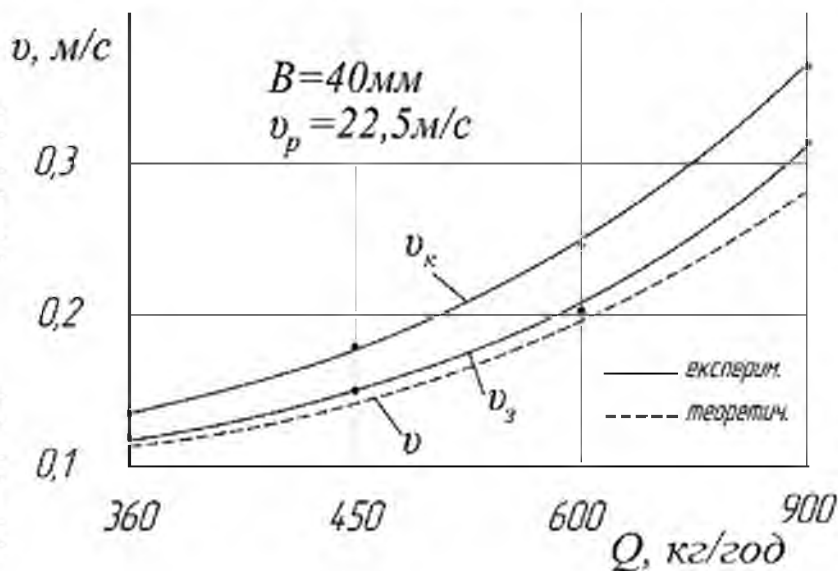


Рис. 3.11. Вплив подачі молока на його лінійну швидкість в проточній частині гідродинамічного нагрівача

Зі збільшенням подачі в ГДН швидкість молока в зазорі ротор – статор збільшується нелінійно спочатку плавно в межах 360 - 600 кг/год, а потім різкіше, залишаючись майже в 10 разів менше за колову швидкість лопаток ротора, що забезпечує інтенсивний вплив їх на всі шари молока у проточній частині ГДН. Теоретичні значення швидкості близькі до експериментальних даних.

Чим більша температура нагрівання молока в ГДН, а, отже, і перепад температур молока Δt на його вході та виході, тим більша тривалість зберігання пастеризованого молока (рис. 3.12).

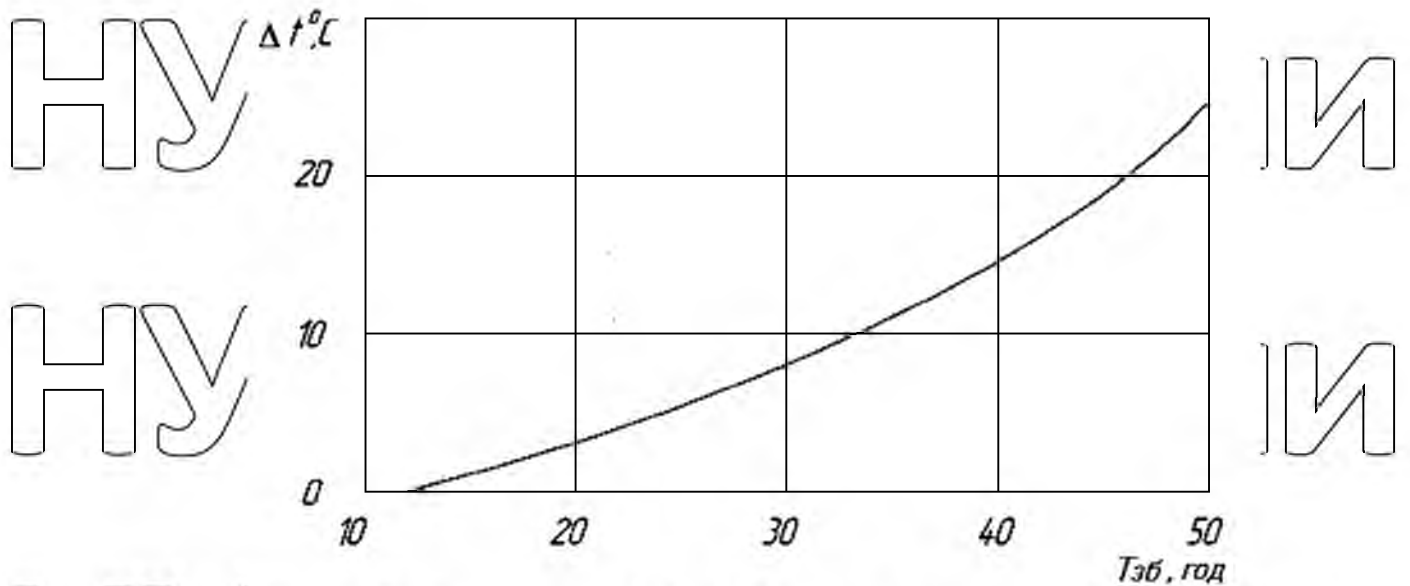


Рис. 3.12. Вплив ступеня нагрівання молока в ГДН на тривалість його зберігання в охолодженому стані

Таким чином, при продуктивності пастеризаційної установки 600 кг молока на годину оптимальні параметри гідродинамічного нагрівача наступні:

- діаметр ротора - 150 мм;
- діаметр комірок - 35 мм;
- кількість комірок ротора 12, статора - 11;
- Відносна калова швидкість ротора - 21 ... 24 м / с;
- перепад температур на вході та виході ГДН - 15°C.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ

Оптимізація витрат ресурсів особливо актуальна зараз оскільки більшість видів продукції сільськогосподарських підприємств України неконкурентоспроможна, в зв'язку з тим, що ресурсомісткість її у 2 - 3, а то й більше, рази вища, ніж у розвинених країнах Заходу. У загальних енергетичних витратах на виробництво продукції тваринництва найбільшу частину (54 - 60 %) складає енергія, що витрачається на виробництво і приготування кормів, тому зниження ресурсовитрат на їх виробництво дасть вагомий результат в ресурсозбереженні.

4.1 Розрахунок капіталовкладень

Виходячи з металомісткості порівнюваних роздавачів та питомої вартості металоконструкції розраховуємо капіталовкладення по обох варіанта (базовому K_6 та розробленому K_P) які становлять:

$$K_6 = 1500 \cdot 4,3 = 6450 \text{ грн.}$$

$$K_P = 1086 \cdot 4,3 = 4669,8 \text{ грн.}$$

Балансова вартість дорівнює:

$$B = K \cdot \alpha, \quad (5.1)$$

де B - балансова вартість, грн;

α - коефіцієнт переводу в балансову вартість, $\alpha = 1,2$.

Відрахування на технічне обслуговування та ремонт:

$$P = \frac{B \cdot \varepsilon}{100}; \quad (4.2)$$

де ε - відсоток відрахувань на тех. обслуговування та ремонт, $\varepsilon = 13\%$.

4.2 Розрахунок експлуатаційних затрат

Експлуатаційні затрати включають в себе витрати на заробітну плату, амортизаційні та ремонтні відрахування, витрати на електроенергію. Для

визначення річних експлуатаційних затрат необхідно знати річний обсяг робіт.
 Приймаючи до уваги розрахунки в п. 2.4, річний обсяг виробництва комбікормів складає:

$$Q_p = Q_d \cdot 365 = 1148 \cdot 365 = 419020 \text{ кг} = 419,02 \text{ т.}$$

Розрахунок фонду оплати праці
 Витрати на оплату праці з врахуванням вихідних днів та відпусток I визначається за формулою:

$$Z_{\text{пр}} = T \cdot m \cdot b \cdot t \cdot 1,9 \quad (4.3)$$

Де T – кількість днів роботи на рік;

t — час виконання роботи, год;

m - кількість операторів (приймаємо 1 оператор),

b - годинна тарифна ставка оператора ($b = 34$ грн/год);

1,9 - коефіцієнт, що враховує нарахування.

Річна тривалість роботи агрегату:

$$T_p = T \cdot t \quad (5.3)$$

4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування розраховуються за формулою:

$$A = \frac{B \cdot \beta}{100}, \quad (5.4)$$

де β - відсоток амортизаційних відрахувань, $\beta = 15,2 \%$.

Витрати на електроенергію визначають

$$B = N \cdot T_p \cdot Z_e, \quad (5.5)$$

де Z_e – вартість кВт · год електроенергії, грн.

4.4. Розрахунок експлуатаційних затрат

Експлуатаційні затрати на роздавання кормосумішок розраховуються за формулою:

$$C_{\text{б.}} = Z_{\text{пр.}} + P + A + B \quad (4.6)$$

Річна економія експлуатаційних затрат розраховується за формулою:

$$\Delta C_P = (C_{\text{пр.б.}} - C_{\text{пр.р.}}) \cdot Q_p; \quad (4.7)$$

Річні приведені затрати розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{пр.}} = Z_{\text{заг}} + c_k \cdot K, \quad (4.8)$$

де $P_{\text{пр}}$ - приведені затрати, грн.;

$Z_{\text{заг}}$ - загальні затрати, грн.;

c_k - коефіцієнт ефективності приведених затрат, $c_k = 0,15$;

K - капіталовкладення, грн.;

Приведені затрати на одиницю продукції розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{пр.од}} = \frac{P_{\text{пр.}}}{O_p}, \quad (4.9)$$

Річний економічний ефект становить

$$P_{\text{ек}} = (P_{\text{пр.од.б.}} - P_{\text{пр.од.р.}}) \cdot O_p; \quad (4.10)$$

Термін окупності капітальних вкладень складає:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_p}{P_{\text{ек}}} \quad (4.11)$$

Обчислення показників економічної ефективності згідної приведеної методики здійснювалися за допомогою програми Excel Microsoft. Отримані результати були занесені в таблицю 4.1.

Економічні показники проекту

Назва показника	Існуючий комплект	Розроблений комплект
Річний обсяг виробництва комбікормів, т	419,02	419,02
Капіталовкладення, грн;	24500	110690,8
- експлуатаційні затрати, грн.;	209050,7	110080,3
- приведені затрати, грн.	218730,2	117080,8
- питомі затрати праці, люд-год/т;	0,68	0,55
Економія експлуатаційних затрат, грн.		65490,4
Річний економічний ефект, грн.		105121,7
Термін окупності, років		1,03

Отже, в результаті впровадження запропонованої технології первинної обробки молока буде отримано річний економічний ефект 105121,7 грн.

Період окупності капіталовкладень буде становити 1,03 роки.

НУБІП України

НУБІП України

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

5.1. Загальні положення

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Правовою основою законодавства, щодо охорони праці в господарстві є:

Конституція України,

Закон України «Про охорону праці»,

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»,

Закон України «Про охорону здоров'я»,

Закон України «Про пожежну безпеку»,

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»,

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення»,

Закон України «Про колективні договори і угоди», Закон України «Про дорожній рух»,

Кодекс законів про працю України,

Положенням про організацію роботи з охорони праці.

НПАОП 01.0-1.01-12. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві

НПАОП 01.2-1.10-05. Правила охорони праці у тваринництві. Велика рогата худоба

НПАОП 0.00-4.12-2005. Перелік робіт з підвищеною небезпекою

Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. НПАОП-15.0-1.01-17. Затверджені наказом

Міністерства соціальної політики України 20.09.2017 № 1504, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 23 жовтня 2017 р. за N 1288/31156.

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих чинників у виробничих приміщеннях та на робочих місцях не повинні перевищувати норм, установлених:

- Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затвердженими постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 42,

- Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99, затвердженими постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 37,

- Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99, затвердженими постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 39,

- Державними санітарними нормами і правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів, затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18 грудня 2002 року № 476, зареєстрованими у Міністерстві юстиції України 13 березня 2003 року за № 203/7524,

- Вимогами до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу електромагнітних полів, затвердженими наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 05 лютого 2014 року № 99, зареєстрованими у Міністерстві юстиції України 25 лютого 2014 року за № 335/25112.

5.2. Стан охорони праці в господарстві

У господарстві проведено паспортизацію робочих місць. При цьому були враховані параметри навколишнього середовища, що впливають на організм людини: температура, тиск, освітленість, рівень шуму, вологість,

швидкість руху повітря. Для оперативного контролю за станом охорони праці заведений журнал зауважень і пропозицій.

Оперативний контроль передбачає регламентовані в часі перевірки та звіти керівників і спеціалістів виробничих підрозділів господарства.

Завідуючим фермою разом з громадськими інспекторами з охорони праці комітету профспілки здійснюють перший ступінь оперативного контролю. При цьому мають щозмінно перевіряти заходи по усуненню існуючих недоліків..

Головний інженер господарства здійснює оперативний контроль 1 раз у десять днів. В журнал оперативного контролю заносяться зауваження та пропозиції. Звіт керівнику господарства складається щомісячно.

Щомісяця керівник підприємства проводить огляд та перевіряє стан організації роботи з охорони праці в господарстві.

За результатами звітів кожної ступіні оперативного контролю приймаються конкретні рішення, які оформлюються постановою чи протокольним записом у спеціальному журналі.

У відповідності з загальними положеннями організується система навчання працюючих безпеці праці. Під час професійно-технічного навчання на робочому місці під керівництвом спеціаліста проводяться навчання з питань охорони праці для нових працівників.

Відповідно до виробничих умов господарства проводяться за раніше окресленим планом всі види інструктажу. Вони розробляються у відповідності з діючими правилами та нормами вимог безпеки. Планування заходів з охорони праці передбачає розробку плану заходів, які оформлюються угодою між адміністрацією та профспілковим комітетом.

Вступний інструктаж проводять з усіма працівниками та спеціалістами, що приймаються на роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи чи посади, а також з відрядженими, учнями та студентами, що прибули на виробниче навчання чи практику. Вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці. Він реєструється в журналі реєстрації вступного інструктажу.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться з кожним працівником окремо з практичним показом безпечних способів і методів роботи.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально чи з групою працівників через шість місяців за програмою інструктажу на робочому місці з метою перевірки та покращення рівня знань, правил та інструкцій з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять після зміни правил охорони праці, технологічного процесу, модернізації обладнання та інструменту, порушення робітниками вимог безпеки, перерви в роботі більше 30 календарних днів для робіт з підвищеною небезпечкою і 60 днів для інших робіт.

Цільовий інструктаж проводять з працівниками перед виконанням робіт, на які оформляється наряд-допуск.

Проведення цільового інструктажу фіксується в наряді-допуску, а повторного та позапланового - в журналі реєстрації первинного інструктажу на робочому місці.

Навчання безпеці праці під час підвищення кваліфікації для робітників проводиться на курсах підвищення кваліфікації спеціалістів при вищих навчальних закладах або науково-дослідних інститутах і підприємствах.

5.3. Розрахунок природного освітлення корівника

Природне освітлення розділяється на бокове, верхнє і комбіноване освітлення.

В даному тваринницькому приміщенні вікна розташовані у двохсторонньому боковому порядку.

При боковому освітленні розрахунок площі вікон проводиться за формулою

[10]:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_M} = \frac{e_M \cdot k_3 \cdot \eta_0}{r_0 \cdot r} \cdot k_{3,d}; \quad (5.1)$$

$$S_0 = \frac{e_M \cdot k_3 \cdot \eta_0 \cdot S_M}{r_0 \cdot r \cdot 100} \cdot k_{3,d}$$

де S_0 — площа вікон при боковому освітленні, м ;
 S_M — площа підлоги приміщення, м²;
 e_M — нормативне значення КЕО;
 k_3 — коефіцієнт запасу;

$k_{з.д}$ — коефіцієнт, що враховує затінення вікон сусідніми приміщеннями;
 γ_0 — загальний коефіцієнт світлопроникнення матеріалу;
 γ — коефіцієнт, що враховує КЕО при боковому освітленні завдяки світловідбиттю поверхні приміщення.

η_0 світлохарактеристика вікна.

Значення вказаних коефіцієнтів вибираємо по таблицям нормативне значення КЕО визначаємо по формулі:

$$e_M = e_n^{III} \cdot m \cdot c \quad (5.2)$$

де e_n — значення КЕО по таблицям;

m — коефіцієнт світлового клімату;
 c — коефіцієнт сонячності клімату.
 Так як дане приміщення розташоване в III поясі світлового клімату, то:

$$e_n^{III} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,81$$

Загальний коефіцієнт світлопроникнення дорівнює:

$$\gamma_0 = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3; \quad (5.3)$$

де γ_1 — коефіцієнт світлопроникнення приміщення;
 γ_2 — коефіцієнт, що враховує втрати світла в перекритті вікна;
 γ_3 — коефіцієнт, що враховує втрати світла в конструкціях.

$\gamma_0 = 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1 = 0,52$
 Підставивши коефіцієнти у формулу (4.1.) одержимо:

$$S_0 = \frac{864 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,6 \cdot 1,2 \cdot 100} = 12 \text{ м}^2$$

Визначаємо необхідну кількість вікон в корівнику по формулі:

$$n = \frac{S_0}{S_{\text{вікна}}}; \quad (5.4)$$

де $S_{\text{вікна}}$ — площа одного вікна, приймаємо $S_{\text{вікна}} = 0.8\text{м}^2$.

$$n = \frac{12}{0,8} = 15 \text{ вікон}$$

5.4. Розрахунок штучного освітлення корівника

Організація правильного освітлення робочих місць і виробничих приміщень природним і штучним освітленням має велике санітарно-гігієнічне значення, сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню травматизму, поліпшенню якості продукції.

Недостатнє освітлення ускладнює виконання технологічного процесу і може бути причиною нещасного випадку та захворювання органів зору. У зв'язку з цим до виробничого освітлення ставлять високі вимоги.

Кількість ламп для освітлення корівника визначаємо по формулі:

$$n = \frac{F_{cn}}{f_{cn}}; \quad (5.5)$$

де F_{cn} — загальний світловий потік;

f_{cn} — світловий потік однієї лампи.

Лампа розжарювання потужністю 100 Вт має світловий потік 1710 Лм. Загальний світловий потік визначаємо по формулі:

$$F_{el} = \frac{K_3 \cdot S_n \cdot E}{\eta \cdot z}; \quad (5.6)$$

де S_n — площа підлоги корівника, м²;

z — коефіцієнт нерівномірності освітлення;

E — норма штучного освітлення;

K — коефіцієнт запасу;

η — коефіцієнт використання світлового потоку.

$$F_{el} = \frac{1.3 \cdot 1656 \cdot 20}{0.45 \cdot 0.95} = 95680 \text{ Лм}$$

Кількість ламп становить:

$$n = \frac{95680}{1710} = 56 \text{ ламп.}$$

5.5. Розрахунок повітрообміну в корівнику

Для забезпечення нормальних умов праці в робочій зоні необхідну кількість повітря визначають відповідно до наявних шкідливих факторів, характерних для кожного приміщення.

Встановлюють вентиляцію в усіх виробничих, побутових і допоміжних приміщеннях відповідно до СН245-71. [5] Проектування вентиляції за кратністю повітрообміну, як правило, не допускається. В місцях нагромадження шкідливих речовин необхідно влаштовувати місцеву вентиляцію. Працювати на цих виробничих ділянках без влаштування вентиляції забороняється.

Забороняється розміщувати вентилятори (крім віконних) у виробничих приміщеннях. Інші вентиляційні установки слід встановлювати у спеціальних приміщеннях і на кожному з них складати інструкцію з техніки безпеки. В інструкції зазначають строки очищення повітроводів, вентиляторів, пило-, газоочисних пристроїв, а також строки проведення планово-запобіжних ремонтів.

Залежно від призначення виробничих приміщень влаштовують припливну, витяжну або припливно-витяжну вентиляцію.

За способом переміщення повітря вентиляційні установки з природним збудженням, коли повітрообмін здійснюється за рахунок різниці температури, питомої маси холодного і теплого повітря, а також під впливом вітру (аерація), і з механічним збудженням, коли повітрообмін підтримується засобами з механічним приводом (вентилятори).

Для посилення природної вентиляції у виробничих приміщеннях встановлено витяжні труби з дефлекторами. Дефлектори встановлюють на 1,5-2,0 м вище гребня даху.

Повітря, омиваючи корпус дефлектора, проникає крізь спеціальні щілини всередину його і за спеціальними пристроями створює зону розрідження, внаслідок його по витяжній трубі вгору рухається повітря з приміщення і видаляється у навколишнє середовище.

Вентиляція тваринницьких приміщень припливно-витяжна з природним ; повітрообміном. Величину повітрообміну розраховуємо по вмісту вуглекислого газу в повітрі приміщення [13]:

$$\beta = \frac{y \cdot m}{y_1 - y_2}; \quad (5.7)$$

де y — кількість вуглекислого газу, який виділяється однією твариною, приймаємо $y = 159$ л/год;
 m — кількість тварин в корівнику, гол.;
 y_1 — гранично допустима концентрація вуглекислого газу в приміщенні, приймаємо для корівника $y_1 = 2,5$ л/м³;

y_2 — вміст вуглекислого газу в проточному повітрі.

$$\beta = \frac{159 \cdot 200}{2,5 - 0,4} = 15143 \text{ м}^3/\text{год}$$

Продуктивність витяжного потоку визначаємо по формулі:

$$W_e = 3600 \cdot \mathcal{G} \cdot f_e; \quad (5.8)$$

Іде f_e — площа перерізу одного витяжного каналу, м²;
 \mathcal{G} — швидкість повітря, м/с.

Сумарна продуктивність витяжних каналів:

$$W_e = 3600 \cdot \mathcal{G} \cdot f_e \cdot n_e = 3600 \cdot \mathcal{G} \cdot F_e; \quad (5.9)$$

Іде n_e — число витяжних каналів;
 F_e — площа перерізу всіх витяжних каналів, м².

$$\beta = W_e \cdot l = 3600 \cdot \mathcal{G} \cdot F_e; \quad (5.10)$$

Звідки

$$F_e = \frac{\beta}{3600 \cdot \mathcal{G}}; \quad (5.11)$$

Швидкість руху повітря визначаємо по формулі:

$$g = 2.2 \cdot \sqrt{\frac{n \cdot (t_{\text{вм}}^{\circ} - t_{\text{нор}}^{\circ})}{223}}; \quad (5.12)$$

де n — висота каналу, приймаємо $n = 2$ м;

$t_{\text{вм}}^{\circ}$ — температура повітря в середині корівника, приймаємо $t_{\text{вм}}^{\circ} = 12^{\circ}\text{C}$;
 $t_{\text{нор}}^{\circ}$ — температура повітря зовні корівника, приймаємо $t_{\text{нор}}^{\circ} = -11^{\circ}\text{C}$.

$$g = 2.2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (12 - (-11))}{223}} = 1,0 \text{ м/с}$$

Тоді:

$$F_{\text{г}} = \frac{15143}{3600 \cdot 1,0} = 4,2 \text{ м}^2$$

Число витяжних каналів визначаємо по формулі:

$$n_{\text{г}} = \frac{F_{\text{г}}}{f_{\text{г}}} \quad (5.13)$$

де $f_{\text{г}}$ — переріз одного витяжного каналу, приймаємо

$$f_{\text{г}} = 600 \times 600 = 0,36 \text{ м}^2.$$

$$n_{\text{в}} = \frac{4,2}{0,36} = 11,7 \text{ шт}$$

Приймаємо 12 витяжних каналів. Площа перерізу припливних каналів для корівника визначається по формулі:

$$F_{\text{пр}} = 0.7 \cdot F_{\text{г}} = 0,7 \cdot 4,2 = 2,9 \text{ м}^2 \quad (5.14)$$

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

ВИСНОВКИ

1. Відповідно до проведеного аналізу виробничої діяльності ТОВ «Корсунь» та огляду наукових літературних та електронних інформаційних джерел були розроблені інженерно-технологічні рішення для забезпечення виконання технологічних процесів на МТФ.

2. З метою покращення якості молока та тривалості його зберігання до моменту реалізації на фермі запропоновано використовувати пастеризацію молока. Для цього буде використовуватись пастеризаційна установка з гідродинамічним нагрівачем.

3. Теплова обробка молока в установці з ГДН відбувається шляхом перетворення механічної енергії приводу гідродинамічного нагрівача за рахунок тертя шарів рідини, тертя її про внутрішні стінки осередків ротора і статора, а також турбулізації потоку.

4. При продуктивності пастеризаційної установки 600 кг молока на годину оптимальні параметри ГДН:

- діаметр ротора - 150 мм;
- діаметр осередків - 35 мм;
- кількість комірок ротора 12, статора - 11;
- відносна колова швидкість ротора - 21 ... 24 м/с;
- перепад температур на вході та виході ГДН - 15°C.

5. В результаті впровадження запропонованої технології первинної обробки молока буде отримано річний економічний ефект 105121,7 грн. Період окупності капіталовкладень буде становити 1,03 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аверчева Н.О. Підвищення якості молока як основа конкурентоспроможності продукції на Європейському ринку.// Агросвіт, 2019. - №22. - С. 19-30.
2. Антощенко В. В., Кравченко О. М. Економічна ефективність виробництва та реалізації молока в Україні. Актуальні проблеми інноваційної економіки, 2016. № 3. - С. 39–44.
3. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока / С.А.Бредихин, Д.В.Космодемьянский, В.Н. Юрина // М.: Колос, 2003. – 400с.
4. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: підручник / Т.М. Димань, Т.Г. Мазур. – К.: ВП «Академія», 2011. – 520 с.
5. Закон України «Про молоко та молочні продукти» від 24.06.2004 № 1870-IV (<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1870-15>)
6. Єресько Г. О. Технологічне обладнання молочних виробництв [Текст] / Г. О. Єресько, М. М. Шинкарик, В. Я. Ворончук – К.: Фірма „ІНКОС”, центр навчальної літератури, 2007. – 344 с.
7. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови: ДСТУ 3662-2015. – [Чинний від 2018-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2018. – 9 с.
8. Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови: ДСТУ 2661:2010. [Чинний від 2010-10-11]. – К.: Держспоживстандарт України, 2018. – 17 с.
9. Кухтин М.Д. Теоретичне обґрунтування ветеринарно-санітарних нормативів і розроблення системи контролю виробництва молока коров'ячого незбираного охолодженого : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. вет. наук : спец. 16.00.06 «Гігієна тварин та ветеринарна санітарія» / М.Д. Кухтин. – Львів, 2011. – 40, [4] с.
10. Молочне скотарство в особистих селянських господарствах: О.Ф. Гончар, Ю.М. Сотніченко, В.М. Башенко: Монографія. – Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів, 2012. – 281 с.

11. Миронюк Г. Посібник для малих та середніх підприємств молокопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпеністю харчових продуктів на основі концепції ХАССП / Г. Миронюк, О. Дорофєєва, Г. Василенко. — К. : Проект USA ID, 2008. — 134 с.

12. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів / М.І.Машкін, Париш Н.М. // К.: Вища освіта, 2006. — 351 с. :іл.

13. Технологічне обладнання молочних виробництв. «Лікос», 2007 Київ, 344с.

14. Шешунова Е.В. Эффективность использования теплового насоса для охлаждения молока и нагрева воды на животноводческих комплексах АПК: дис. канд. техн. наук: - М., 2012

15. Родионов Г.В. Технология производства и переработки животноводческой продукции / Г.В. Родионов, Л.П. Табакова, Г.П. Табаков. — М.: Колос, 2005. — 512 с.

16. Маслак О.О. Пріоритети молочної галузі / О.О. Маслак // Агробізнес сьогодні. — 2014. — №22(293). — Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/ostannia-vip-novyna/2468-2014-11-20-10-59-18.html>

17. Кучер Л. Ю. Шляхи підвищення ефективності виробництва молока на інноваційній основі / Кучер Л. Ю. // Економіка АПК. - 2013. - № 3 - С. 70

18. Кучер Л. Ю. Інтенсифікація молочного скотарства у підвищенні його прибутковості / Л. Ю. Кучер // Вісн. аграр. науки. — 2010. — № 12. — С. 72–75.

19. Шиян Н.І. Розвиток скотарства в Україні. /Шиян Н.І. //Економіка АПК. — 2016. - №9. -С. 38-43.

20. Іванова А.С. Молочне скотарство/ сучасний стан та перспективи вирішення. /Агробізнес — 2017. — №22. — С. 57-62.

21. Петриченко О.А. Аналіз тенденцій розвитку галузі молочного скотарства в ланці молокопродуктового ланцюга. *Економіка АПК*. 2018. №5. С. 33-40.

22. Тристан Р. В. Обґрунтування основних параметрів гідродинамічного нагрівача пастеризаційної установки. Матеріали XVII-го Міжнародного форуму

молоді "Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі" (м. Харків, 25-26 березня 2021 р.); наук. кер. Болтянський Б. В. Харків, 2021. С. 37.

23. Болтянський Б. В. Забезпечення комфорту тварин у молочному скотарстві. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 483-487. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/boltjanskyjb.v.-dereza-o.o.-dereza-s.v.-zabezpechennja-komfortu-tvaryn-u-molochnomuskotarstvi.pdf>

24. Розрахунок параметрів пластинчастої пастеризаційно-охолоджувальної установки. Методичні вказівки для студентів спеціальності 8.05050313 Обладнання переробних і харчових виробництв ОКР Бакалавр - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2015 -19 с.

25. Баглай Н.І. Удосконалення пастеризаційно-охолоджувальної установки для кисломолочних продуктів ОПЛ-10 / Н.І. Баглай, Б.Л. Шамчук // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 141.

26. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р.В. Скляр, О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. — К.: Видавничий дім «Кандор», 2019. — 608 с., іл.

27. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва [Скорик О.П., Полупанок В.М., Науменко О.А. та ін.]; за ред. О.П.Скорика, В.М.Полупанова. — Харків: ХДТУСГ, 2009.

28. Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві: навчальний посібник з виконання дипломних проєктів з механізації тваринництва [І.М. Бендера, В.П. Лаврук, С.В. Єрмаков та ін.]; за ред. І.М. Бендери, В.П. Лаврука. — Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. — 564с.

29. Карташов Л.П. Стратегия создания адаптивной техники для эффективной биотехнической системы производства молока / Л.П. Карташов, А.И. Фененко

// Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2005. – Вип. 89. – С. 347–354.

30. Присяжнюк М.В. Система технологій та машин для виробництва молока та яловичини / Присяжнюк М.В. та ін.// Аграрна наука – 2013. – 336с.

31. Машиновикористання у тваринництві: Підручник для студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / І.І.Ревенко, О.О. Заболотько, В.С. Хмельовський. – К. : ЦП «Компринт», 2016. – 260 с.

32. Машини та обладнання для тваринництва. Для студентів вищих аграрних навчальних закладів /Ревенко І.І., Хмельовський В.С., Заболотько О.О, Ребенко В.І. та ін. © ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти», 2019. - <http://rodak.if.ua/mot/index.htm>

33. Проектування і розрахунок технологічних систем у тваринництві: Посібник для студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації /О.О.Заболотько та та ін. – К. : ЦП «Компринт», 2019. – 268 с.

34. Технологія переробки молока : навчальний посібник / Шаблій Д. М. Видавничий дім «Кондор», 2019. – 308 с.

35. Механізація доїння і первинної обробки молока: Підручник для здобувачів вищої освіти / Скляр О. Г., Болтянська Н. І., Скляр Р. В., Маніта І.

Ю. // К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 404 с., іл

36. Носов Ю.М. Проектування технологічних процесів у тваринництві та птахівництві / Носов Ю.М. //К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 500 с.

37. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва. Навч. пос. / Сиротюк В.М.// К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 204 с.

38. Дмитрів В.Т. Машиновикористання у тваринництві. Лабораторний практик. / Дмитрів В.Т.//К.: Видавничий дім «Кондор», 2021 – 252 с.

39. Фененко А.І. Механізація доїння корів. Теорія і практика : монографія / А. І. Фененко. - К., 2008. - 198 с.

40. Дмитрів В.Т. Основи теорії машиновикористання у тваринництві : навч. посіб. / В. Т. Дмитрів. - Л. : Афіша, 2008. - 260 с.

41. Мельник Ю.Ф. Машина для тваринництва та птахівництва : навч. посіб. / Ю. Ф. Мельник, Ю. Я. Лузан, О. О. Шевченко, Я. М. Гадзало, А. М. Мірошник, М. С. Даценко; Укр. НДІ прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. вир-ва ім. Л.Погорілого. - Дослідницьке, 2009. - 207 с.

42. Сенік В. Б. Якість молока при пастеризації енергозберігаючим гідродинамічним пастеризатором / В. Б. Сенік // Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. пр. / ОДАУ. - Одеса, 2016. - Вип.80: Технічні науки. - С.177-180.

43. Пат. на корисну модель №21860. Україна, МПК (2006) A23C 3/00.

Гідродинамічна установка кавітаційного пастеризатора молока /Топілін Г.Є., Сенік В.Б. Опубл. 10.04.2007; Бюл.№4

44. Єрошенко С. І. Експериментальне дослідження інтенсифікованого конвективного теплообміну в каналах пластинчастого рекуператора / С. І. Єрошенко, Ю. В. Майборода // Вісник аграрної науки, 2011. - №5. – С. 32 – 34.

45. Костенко В. І. Технологія виробництва молока і яловичини. Практикум К 71 [текст] : навч. посіб. / В. І. Костенко-К. - «Центр учбової літератури», 2013. - 400 с.

46. Машина та обладнання для тваринництва. Том 2/О.А. Науменко, І.Г. Бойко, О.В. Нанва. За ред. І.Г. Бойко. - Х.: 2006. – 278с.

47. Хомик Н. І. Машина та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до лабораторних робіт / Н. І. Хомик, Т.А. Довбуш, Г.Б. Цьонь. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2018. – 100 с.

48. Теорія та розрахунок машин для тваринництва /І.Г. Бойко, В.Г Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. І.Г. Бойко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2002. – 216с.

49. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Машина та обладнання для тваринництва. Курс лекцій. Ч. 2 Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пуллюя, 2013. – 224 с.

50. Цьонь Г.Б. Машина та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до курсового проекту. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2017. – 84 с.